Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MINISTERO DELL'INTERNO

# COMUNE DI FOLIGNO

**PNRR - MISSIONE 5, COMPONENTE 2 - MISURA 2 - INVESTIMENTO 2.1 - FINANZIAMENTO U.E. NEXT GENERATION EU - "INVESTIMENTI IN PROGETTI DI RIGENERAZIONE URBANA VOLTI A RIDURRE SITUAZIONI DI EMARGINAZIONE E DEGRADO SOCIALE". PROGETTAZIONE ESECUTIVA, DIREZIONE LAVORI, MISURA, CONTABILITA', COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA E DELLA SALUTE IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE AI SENSI DEL D.LGS. 81/2008, ASSISTENZA AL COLLAUDO E ATTIVITA' CONNESSE PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO "IL PARCO DEL FIUME TOPINO"**

COMMITTENTE:

Comune di Foligno
Servizio Programmazione e Sviluppo Economico
Area Governo del Territorio

**DIRIGENTE:**
Arch. Anna Conti

**R.U.P.:**
Ing. Massimo Di Mario

C.I.G.: 948224541D

C.U.P.: C69J21016740001

**PROGETTAZIONE:**
Arch. Andrea Pochini
Arch. Viviana Baiocco
Arch. Lucia Marchi
Arch. Anna Giovi - Giovane professionista

**GEOLOGIA:**
Dott. Geol. Nello Gasparri

**COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE:**
Geom. Andrea Farnelli

OGGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO:

Relazione geologica e di compatibilità idraulica

ELABORATO NUMERO: 07

SCALA:

A2A srl Engineering
Servizi di Architettura e Architettura del paesaggio
Sede Legale: via Balbo, 35 - 60044 Fabriano (AN) -
Sede Operativa: via Settevalli,11 - 06129 Perugia (PG)
C.F. e P.I. 02852540422 - Tel. 075 5011565 e-mail: staff@studioa2a.it - pec: studioa2a@pec.it

SGA Studio Geologi Associati
SGA Studio Geologi Associati
Via XX Settembre, 76 - 06121 Perugia (PG)
Tel. 075 5721231 - e-mail: info@studiogeologiassociati.eu

ArchS&co STUDIO DI ARCHITETTURA
Arch. Anna Giovi
Studio Archs & CO
pec: annagiovi@archiworldpec.it

| REV. | DATA | DESCRIZIONE MODIFICA | REDATTO | APPROVATO | AUTORIZZATO |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 1 | | | | | |
| 0 | Giugno 2023 | Emissione | Geol. Nello Gasparri | Arch. Andrea Pochini | Ing. Massimo Di Mario |

| COD. PROGETTO | COD. DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | DATA |
|---|---|---|---|---|
| 1544a | 1544ARELGEO07 | 0 | 0 DI 57 | 19 GIUGNO 2023 |

INDICE

1 PREMESSA ..... 2

2 DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO ..... 3

2.1 BANCA DATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOFISICHE REGIONE UMBRIA ..... 3

2.2 DATABASE INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA COMUNE DI FOLIGNO ..... 4

2.3 PIANO NAZIONALE PER LE CITTÀ – PIANO DI VALORIZZAZIONE URBANA CITTÀ DI FOLIGNO – RELAZIONE GEOLOGICA (DOTT.SSA S. PAGLIACCI 2014) ..... 4

3 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ..... 5

4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ..... 6

4.1 SCHEMA GEOLOGICO ..... 6

4.2 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DI RIFERIMENTO ..... 6

5 CARATTEISTICHE IDROGEOLOGICHE ..... 9

6 STIMA DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI ..... 11

7 MODELLO SISMICO DEL SITO ..... 12

7.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ..... 12

7.1.1 Sismicità storica dell'area di studio ..... 12

7.1.2 Sismicità recente dell'area di studio ..... 17

7.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA ..... 24

7.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE ..... 25

8 REPORT INDAGINI REPERITE ..... 27



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

## 1 PREMESSA

La presente relazione fa parte della documentazione allegata al Progetto Definitivo relativo a “PNRR - Missione 5, Componente 2 - Misura 2 - Investimento 2.1 - Finanziamento u.e. next generation eu - "Investimenti in progetti di rigenerazione urbana volti a ridurre situazioni di emarginazione e degrado sociale". progettazione esecutiva, direzione lavori, misura, contabilità, coordinamento della sicurezza e della salute in fase di progettazione ed esecuzione ai sensi del d.lgs. 81/2008, assistenza al collaudo e attività connesse per la realizzazione dell'intervento "IL PARCO DEL FIUME TOPINO".

Il progetto nello specifico consiste nella realizzazione di un tratto di pista ciclabile a far da raccordo con altri tratti già realizzati e la tamponatura di un porticato del teminal bus presso il parcheggio Plateatico di Foligno.

L'indagine svolta ha permesso di verificare ed analizzare le caratteristiche morfologiche, geologico-stratigrafiche, idrogeologiche e meccaniche dei terreni interessati dalle opere, le caratteristiche sismiche del sito d’intervento e di redigere uno studio di sintesi delle risultanze emerse.

Lo studio si è in particolare articolato nelle seguenti fasi:

- presa visione della bibliografia esistente con reperimento di indagini geognostiche in sito, indagini geofisiche e di prove di laboratorio pregresse;
- rilevamento geomorfologico e geologico di superficie;
- redazione del modello geomorfologico, idrogeologico, geologico e sismico.

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza al Decreto 17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, in considerazione del fatto che il territorio comunale di Foligno è definito sismico e appartenenti alla zona 1 (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 “Nuove norme tecniche sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale”).

In allegato alla presente:

- Stralcio cartografico carta IGM scala 1:25.000;
- Planimetria di progetto con ubicazione indagini insito reperite scala 1:1.000;
- Stralcio cartografia PAI Rischio geomorfologico scala 1:10.000;
- Stralcio cartografia PAI rischio idraulico scala 1:10.000;
- Stralcio carta geologica Regione Umbria per Google Earth in scala grafica;
- Report indagini in siti reperite.



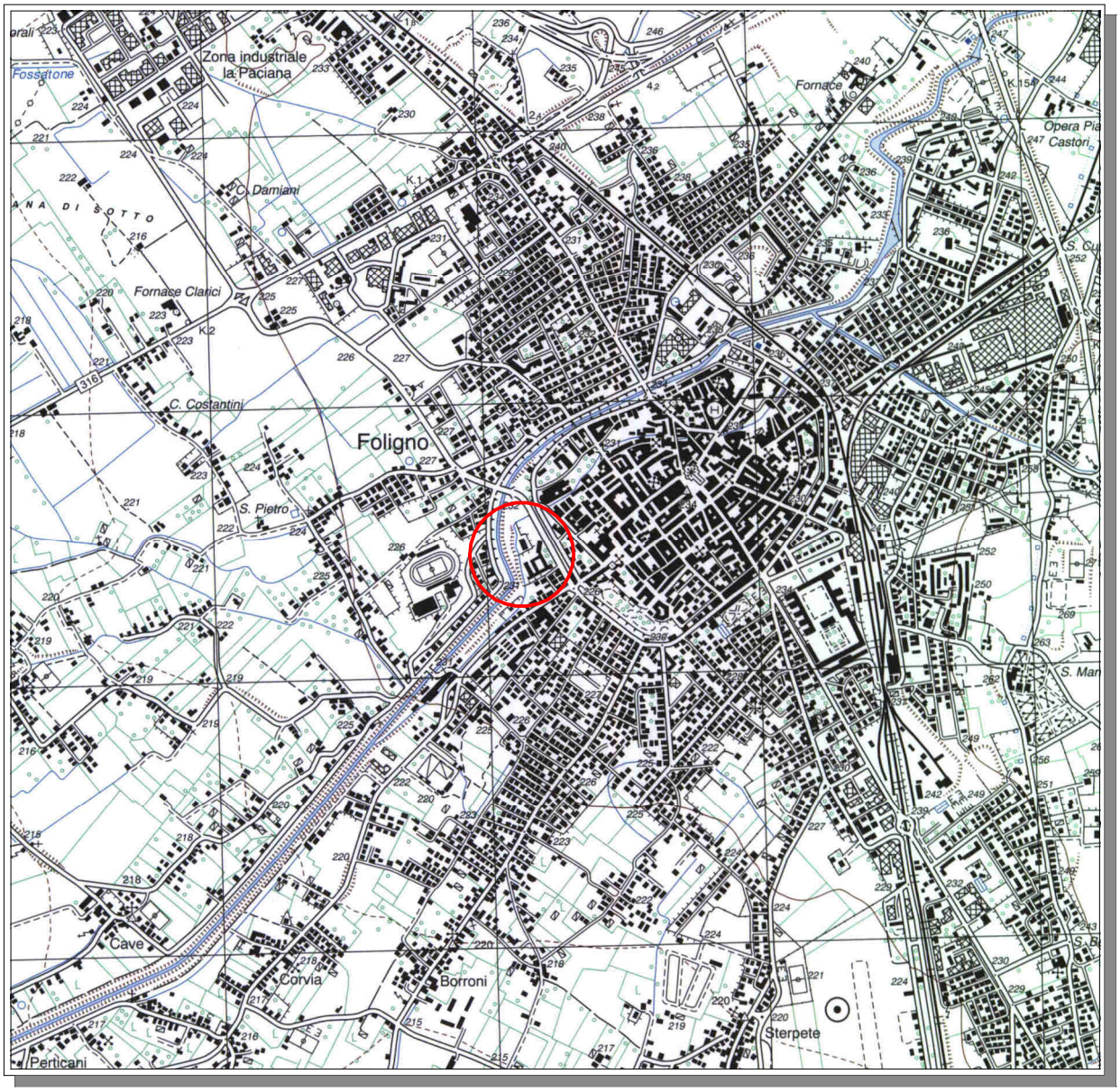
Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

Studio Geologi Associati

# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

## ESTRATTO IGM FOGLIO 324 IV FOLIGNO

Scala 1:25.000




Area di intervento

## 2 DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Lo studio in oggetto, presa visione della bibliografia scientifica dell'area di interesse, ha previsto l'analisi delle indagini geognostiche a disposizione ed una fase di osservazione di superficie, che ha permesso una caratterizzazione litologica generale dei termini affioranti nell'intorno ed un'analisi delle condizioni morfologiche ed idrogeologiche d'insieme.

In particolare, per quanto concerne le cartografie pubbliche di riferimento, ci si è avvalsi della consultazione delle cartografie geologiche ufficiali disponibili (Carta Geologica Regione Umbria, in scala 1: 10.000), della Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana del P.A.I. e della Carta delle Fasce e rischio idraulico sul reticolo secondario e minore dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Centrale.

Per quanto riguarda invece le indagini a disposizione, sono state reperite delle indagini geognostiche localizzate nella medesima area, provenienti da:

- Banca dati delle indagini geognostiche-geofisiche Regione Umbria in formato kmz per Google Earth)
- Database nelle indagini di Microzonazione Sismica del Comune di Foligno
- Piano Nazionale per le città – Piano di Valorizzazione urbana Città di Foligno – Relazione geologica (Dott.ssa S. Pagliacci 2014)

Le campagne suddette saranno sinteticamente descritte nei successivi paragrafi.

Il complesso di tali dati, congiuntamente alle osservazioni effettuate, fornisce un inquadramento geologico regionale ed un quadro conoscitivo di dettaglio degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area d'intervento.

La localizzazione delle indagini e la relativa documentazione sono riportate in allegato.

### 2.1 BANCA DATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOFISICHE REGIONE UMBRIA

| Nome | Profondità/lunghezza | Tipo indagine |
|---|---|---|
| *n.* | *(m da p.c.)* | |
| DOCStW_470 | 10.0 | Sondaggio |
| DOC0298 | 10.0 | Sondaggio |
| DOC299 | 12.0 | Sondaggio |
| MASW15 | 88.0 | Indagine sismica tipo MASW |
| SR15 | 88.0 | Rifrazione sismica in tomografia |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

## 2.2 DATABASE INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA COMUNE DI FOLIGNO

| Nome | Profondità/lunghezza | Tipo indagine |
|---|---|---|
| *n.* | *(m da p.c.)* | |
| P400 | 30.0 | Sondaggio |
| P404 | 27.0 | Sondaggio |
| P405 | 30.0 | Sondaggio |
| P407 | 3.4 | Prova penetrometrica statica CPT |

## 2.3 PIANO NAZIONALE PER LE CITTÀ – PIANO DI VALORIZZAZIONE URBANA CITTÀ DI FOLIGNO – RELAZIONE GEOLOGICA (DOTT.SSA S. PAGLIACCI 2014)

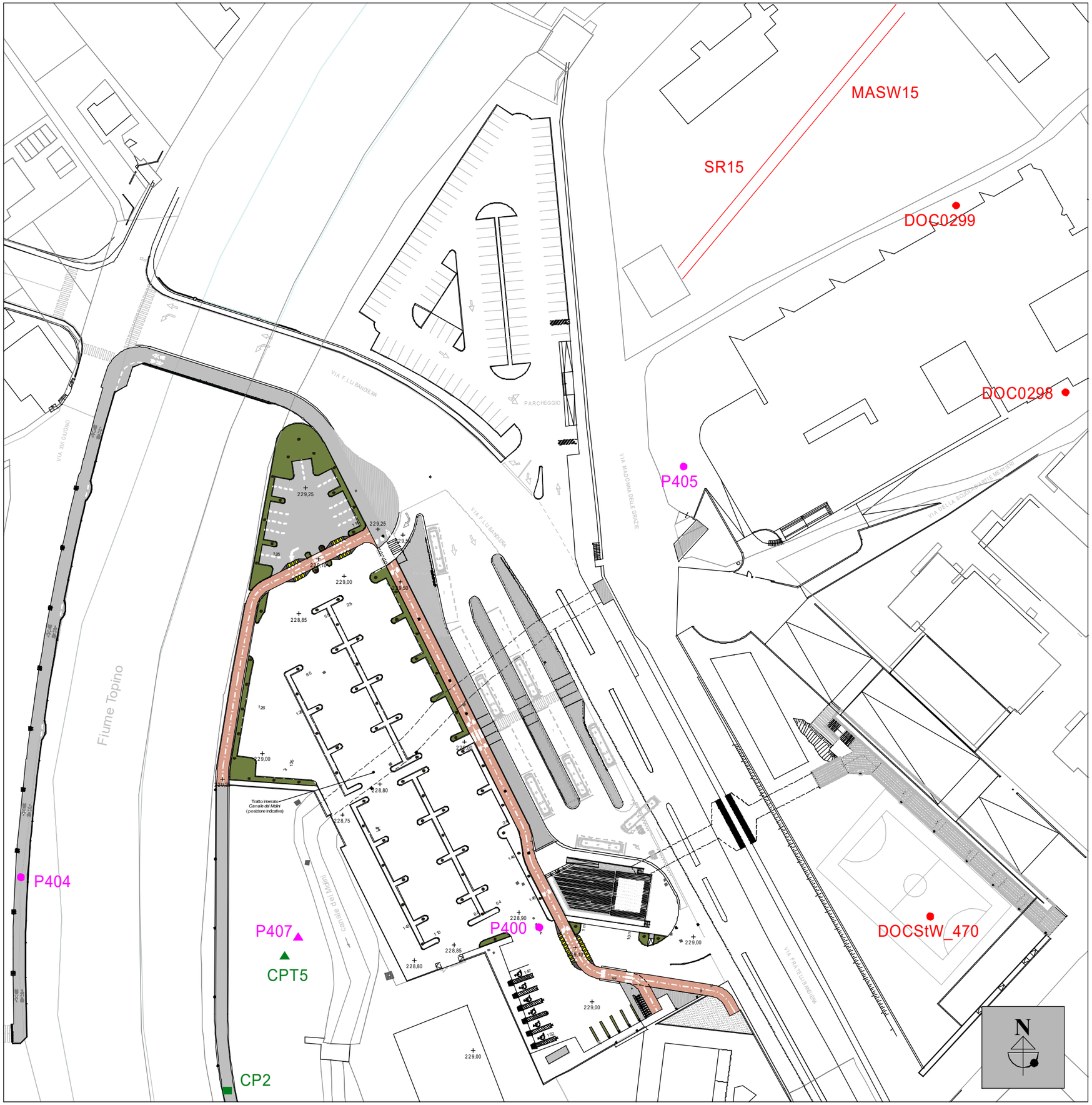
| Nome | Profondità/lunghezza | Tipo indagine |
|---|---|---|
| *n.* | *(m da p.c.)* | |
| CP1 | | Prova di carico su piastra |
| CP2 | | Prova di carico su piastra con prove laboratorio |
| CPT5 | 3.1 | Prova penetrometrica statica CPT |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

Studio Geologi Associati

# PLANIMETRIA DI PROGETTO CON UBICAZIONE INDAGINI IN SITO REPERITE
SCALA 1:1.000




INDAGINI REPERITE

INDAGINI DB REGIONE UMBRIA

- n — Sondaggio a carotaggio continuo
- MASWn — Indagine sismica tipo MASW
- SRn — Rifrazione sismica

INDAGINI DB MICROZONAZIONE SISMICA (COMUNE FOLIGNO)

- Pn — Sondaggio a carotaggio continuo
- Pn — Prova penetrometrica

INDAGINI PIANO NAZIONALE CITTA' (COMUNE FOLIGNO 2014)

- CPn — Prova di carico su piastra
- Pn — Prova penetrometrica

## 3 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area oggetto di studio è ubicata nella zona Ovest dell'abitato di Foligno, a ridosso delle mura urbiche ad una quota di circa 230 m s.l.m.

Il progetto interessa un contesto geomorfologico pianeggiante costeggiato dal F. Topino.

La zona è occupata da un parcheggio di recente realizzazione che ha previsto la tombatura di un alveo in sinistra idrografica del F. Topino.

Non sono presenti elementi morfologici di rilievo,

La zona in esame, dalla consultazione delle cartografie del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere) relativamente alla perimetrazione della Pericolosità Rischio idraulico, risulta interamente perimetrata in Fascia A come si evince dagli stralci cartografici allegati.

Per quanto concerne la realizzazione della pista ciclopedonale le norme PAI art. 25 comma e) permettono la realizzazione di *"…nuove infrastrutture lineari…compresa la realizzazione di manufatti connessi……a condizione che tali interventi non costituiscano significativo ostacolo al livero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso…"*

Per quanto riguarda invece la tamponatura di una parte del terminal bus, lo stesso è stato realizzato recentemente in sicurezza idraulica (piano di calpestio quota 230.3 m s.l.m.) come si evince dai documenti progettuali forniti dal Comune di Foligno.

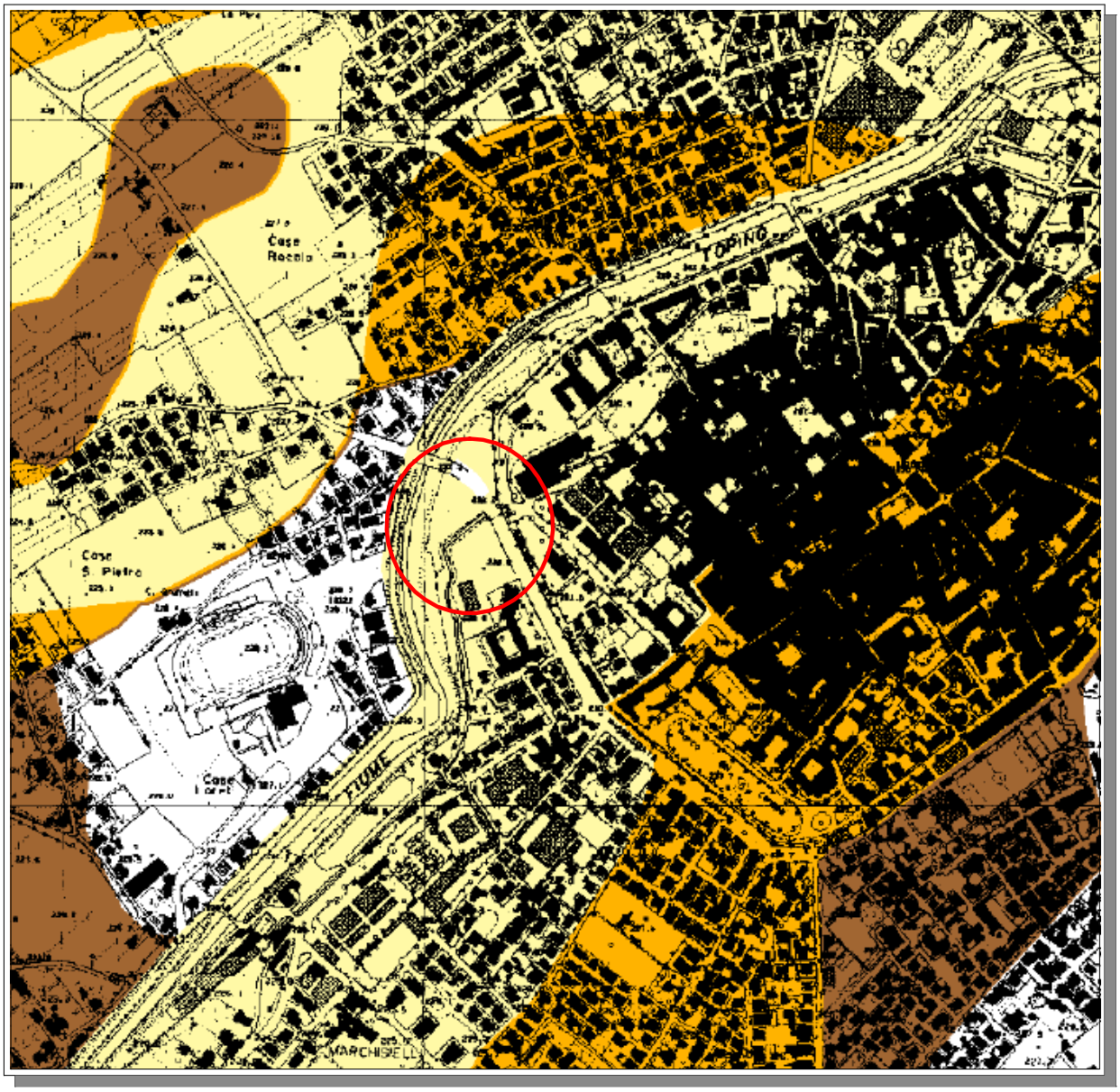
Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico per il rischio da frana, dalla consultazione delle cartografie del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere) e Progetto IFFI Inventario Fenomeni Franosi d'Italia di Ispra, l'area di intervento è inserita in un vasto conoide alluvionale classificato come forma "inattiva".



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

Studio Geologi Associati

# ESTRATTO CARTOGRAFIA P.A.I. - AUT. BACINO F. TEVERE
## PRIMO AGGIORNAMENTO
## FASCE IDRAULICHE SUL RETICOLO SECONDARIO MINORE - TAV. PB13 TOPINO
## Scala 1:10.000

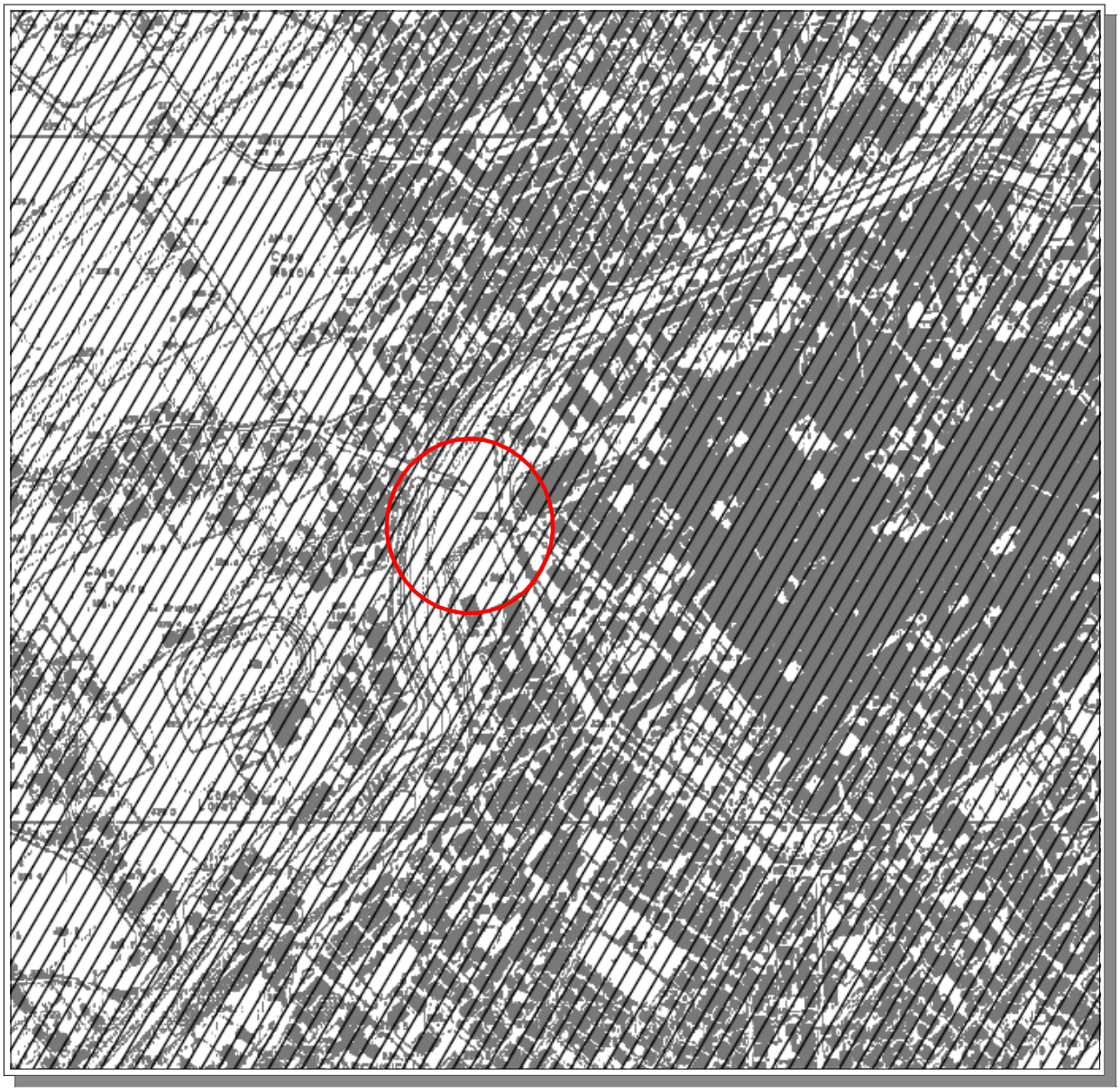



**Legenda**

- Fascia A
- Fascia B
- Fascia C

Studio Geologi Associati

# ESTRATTO CARTOGRAFIA P.A.I. - AUT. BACINO F. TEVERE
# INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI
# E SITUAZIONI A RISCHIO FRANA - TAV. 218
# Scala 1:10.000



## Legenda

### Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno attivo | fenomeno quiescente | fenomeno inattivo* | fenomeno presunto

falda e/o cono di detrito

## 4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

### 4.1 SCHEMA GEOLOGICO

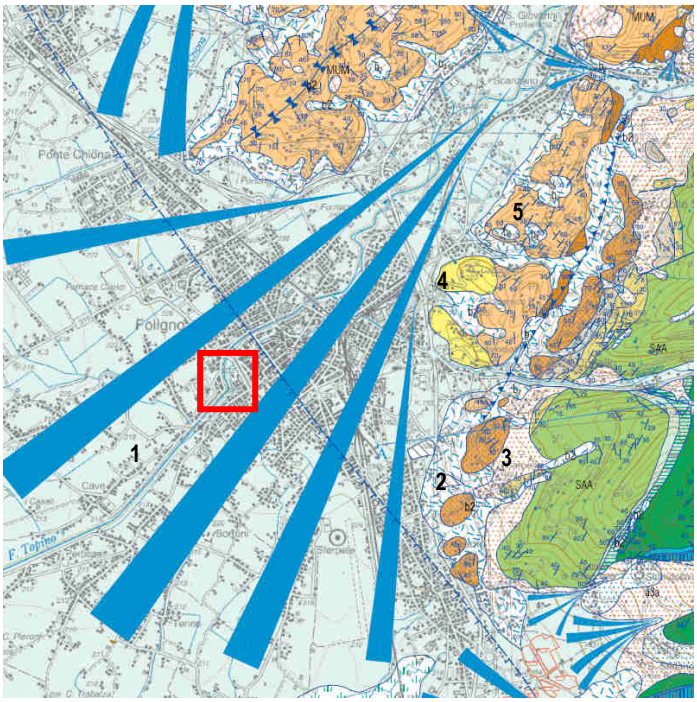
L'ambito in esame è ricompreso nella porzione marginale occidentale del dominio delle formazioni della Serie Umbro-Marchigiana che vanno dalla formazione del Calcare Massiccio alla Formazione della Marnoso Arenacea e quindi, nella scala dei tempi di deposizione dall'Hettangiano al Serravalliano.

Stratigraficamente, al disopra di tali formazioni, sono presenti terreni di carattere deposizionale continentale, quali depositi fluvio-lacustri Villafranchiani, depositi alluvionali antichi e terrazzati, depositi alluvionali recenti ed in ultimo coperture antropiche.

L'età dei sedimenti di copertura continentali va dal Pliocene all'Olocene.

L'area rappresenta la porzione settentrionale del bacino della Valle Umbra che da punto di vista geologico ha avuto origine nel Pliocene sup. seguito da processi orogenici che hanno portato all'innalzamento delle catene montuose separate da bacini intramontani dove nel tempo si è prodotta una deposizione di tipo continentale.

I terreni affioranti nell'area interessata dal progetto appartengono ai depositi di conoide alluvionale che vanno dall'Olocene al recente. *(Fig. 1)*.




***1** Conoide alluvionale **2** Depositi eluvio-colluviali **3** Detriti di falda **4** Unità Sintemiche **5** Marnoso Arenacea*

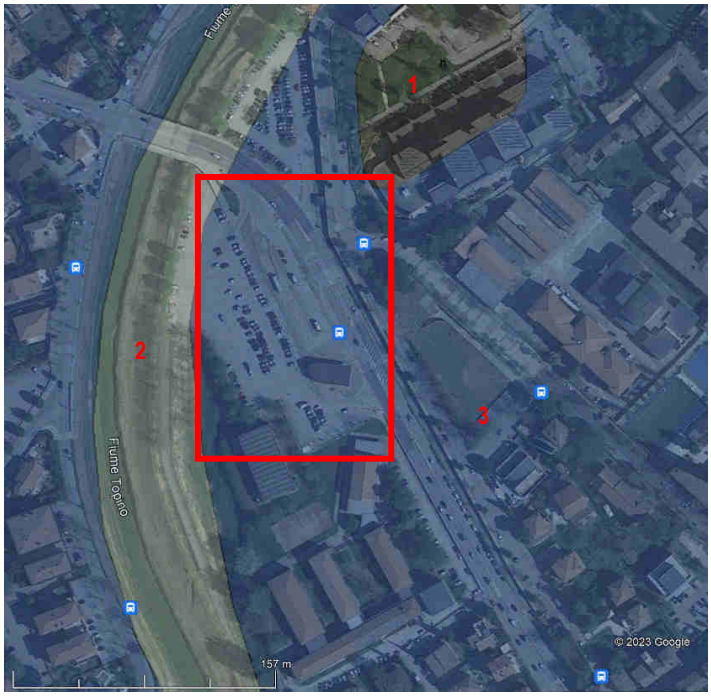
*Fig. 1 - Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:5.000*

### 4.2 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DI RIFERIMENTO

L'area di studio ricade nelle Carte Geologiche della Regione Umbria in scala 1:10.000 (Sez.324-010)



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu




***1** Depositi antropici **2** Depositi alluvionali recenti **3** Depositi di conoide alluvionale*

*Fig. 2 - Stralcio Carta Geologica Regione Umbria per Google Earth*

Il presente paragrafo è redatto sulla base dei dati bibliografici, cartografici e geognostici reperiti, unitamente alle risultanze del rilievo geologico di superficie.

La successione dei termini continentali comprende sia termini deposizionale di origine sedimentaria, che termini antropici (riporti).

La distinzione tra tali termini è stata operata riferendoci a quanto osservato nel corso del rilievo di superficie, unitamente all'osservazione delle risultanze puntuali delle indagini reperite, che hanno permesso di caratterizzare in dettaglio la natura granulometria e tessiturale di tali termini di copertura e permettere una distinzione nell'area di indagine, differenziando i seguenti depositi in ordine di età crescente:

- **Accumuli antropici**
- **Alluvioni recenti *(Olocene)***
- **Depositi di Conoide alluvionale *(Pleistocene - Olocene)***

**Accumuli antropici**

Deposti di origine antropica rilevati genericamente in tutta l'area di interessate generatesi a seguito di localizzati interventi legati ad attività edilizie (parcheggio, sede stradale, arginatura F. Topino).

Gli spessori sono compresi tra i 2.0 e i 4.0 m da p.c.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

**Alluvioni recenti (*Olocene)***

Si rinvengono in affioramento nella porzione occidentale dell'area di studio all'interno dell'alveo del F. Topino

Le caratteristiche granulometriche sono marcatamente grossolane (ghiaia e sabbia) con uno spessore costante di circa 3.0-4.0 m.

**Depositi di conoide alluvionale (Pleistocene-Olocene)**

Affiorano in quasi tutta l'area di interesse e sono stati indagati attraverso le indagini sia dirette che indirette. Sono riferibili principalmente al conoide del Fiume Topino e secondariamente ad alcuni conoidi minori derivanti da alcuni corsi d'acqua con origine posta ad E.

Generalmente sono granulometricamente costituiti da litofacies coalescenti ed eteropiche che vanno dalle ghiaie sabbiose ai limi argillosi con una complessiva prevalenza dei depositi granulometricamente grossolani.

Attraverso le indagini a disposizione si è cercato, dove possibile, di individuare litofacies superficiali prevalentemente fini superficiali o sub superficiali.

Nell'area di indagine si individua, al di sotto dei terreni di riporto un livello di circa 1.5-3.0 m di limi sabbiosi che sovrastano un potente banco ghiaioso sabbioso.

Lo spessore dei depositi di conoide è estremamente variabile dalle poche decine di metri nelle zone distali e laterali della conoide a circa 200 m in corrispondenza dei maggiori paleo alvei (vedi sezioni geologico-tecniche).

Lo stato di addensamento è variabile da moderatamente addensato a molto addensato a tratti cementato.

I depositi a maggior grado di addensamento sono riscontrabili nella parte sommitale e centrale del conoide mentre i depositi a minor grado di addensamento sono riscontrabili delle zone distali e laterali dell'apparato conoidale.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

## 5 CARATTEISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'area in esame appartiene al vasto dominio delle piane intramontane presenti in tutta l'Umbria occidentale separata dal dominio geologico-strutturale dell'Appennino umbro-marchigiano *(Fig. 3).*

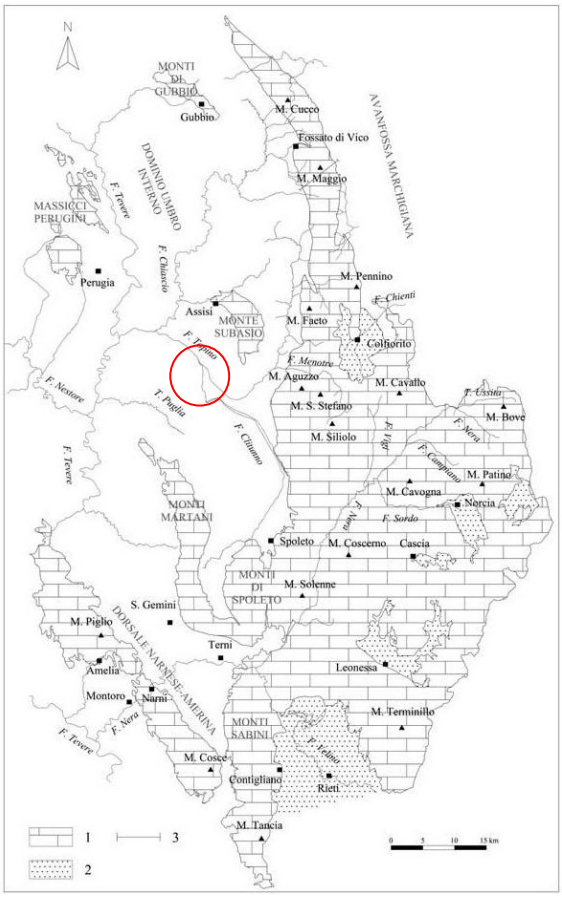



*Fig.3 - Individuazione area di interesse nel dominio delle piane intramontane (da Mastrolillo et Alii,2009)*

In generale i depositi della valle Umbra Nord sono costituiti da un complesso alluvionale, con prevalenti ghiaie e sabbie e subordinati livelli limosi e argillosi, ad alta permeabilità idraulica, con spessori massimi di 100 m, nella parte centrale dell'area, delimitati ai fianchi e al letto da un substrato fluvio lacustre argilloso sabbioso, a bassa permeabilità.

Relativamente al modello idrogeologico nell'area in esame, considerato quanto prima detto circa il modello geomorfologico e stratigrafico, e dalle risultanze di una campagna di monitoraggio di alcuni punti d'acqua è possibile ipotizzare uno schema idrogeologico con determinazione del grado di permeabilità dei complessi geologici costituiti da depositi delle piane alluvionali, attuali, recenti ed antichi, dei conoidi alluvionali , costituiti da alternanze irregolari di sabbie, limi sabbiosi a volte con frazione ghiaiosa e ghiaie poligeniche, con frequenti eteropie laterali e con intercalate lenti di estensione e spessore variabile, limose ed argillose.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

Permeabilità primaria, per porosità, variabile in relazione alla granulometria dei depositi, ma generalmente media

Per una ricostruzione dell'andamento della piezometria lungo il tracciato in progetto si è fatto riferimento alle informazioni emerse dalle misure dei livelli piezometrici eseguite in punti d'acqua nelle zone al contorno con un livello stimato intorno ai 3.0-4.0 m da p.c.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

## 6 STIMA DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

La caratterizzazione dello scenario geotecnico locale di riferimento, è stata effettuata distinguendo i litotipi sulla base del modello geologico riportato nel capitolo precedente

Su tale base il modello geotecnico viene così dettagliato su base litologica:

- **Terreni antropici**
- **Depositi di conoide fini -** Limi con sabbie argillose, limi con argille sabbiose e limi argillosi sabbiosi.
- **Depositi di conoide granulari -** Ghiaie con sabbie limose argillose, ghiaie sabbiose argillose limose e ghiaie sabbiosi limose argillose

Sulla scorta dell'elaborazione del modello geotecnico, viene schematizzata la seguente parametrizzazione geomeccanica:

**Terreni antropici**

| Parametro | | Unità di misura | Minimo | Medio |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma$ | peso di volume | KN/m$^3$ | 17.5 | 18.5 |
| $\phi'$ | angolo di attrito efficace | ° | 20° | 22° |
| c' | coesione efficace | kPa | 0.0 | 0.0 |

**Depositi di conoide fini**

| Parametro | | Unità di misura | Minimo | Medio |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma$ | peso di volume | KN/m$^3$ | 18.5 | 19.5 |
| $\phi'$ | angolo di attrito efficace | ° | 24° | 26° |
| c' | coesione efficace | kPa | 0.00 | 0.00 |

**Depositi di conoide granulari**

| Parametro | | Unità di misura | Minimo | Medio |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma$ | peso di volume | KN/m$^3$ | 20.5 | 21.5 |
| $\phi'$ | angolo di attrito efficace | ° | 30° | 34° |
| c' | coesione efficace | kPa | 0.00 | 0.00 |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

# 7 MODELLO SISMICO DEL SITO

## 7.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

### 7.1.1 Sismicità storica dell'area di studio

La sismicità storica dell'Umbria, con particolare riferimento all'Appennino Umbro Marchigiano, presenta caratteristiche ben conosciute, anche sulla base di ricerche condotte sin dall'inizio del secolo e dai dati del Catalogo dei Terremoti, dalle ricerche sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni di $a_{max}$ (accelerazione massima) attesa con determinati tempi di ritorno.

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale, assegna l'Umbria a più zone sismogenetiche della Catena Appenninica settentrionale e centrale; principalmente sono coinvolte le zone 918, 919 e 920 (Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Val di Chiana-Ciociaria) che, anche in virtù della loro maggiore estensione in senso NNO-SSE, coprono quasi tutto il territorio regionale in senso appenninico.

In particolare nella zona 919 (Appennino Umbro), all'interno della quale è ubicato il territorio comunale di Foligno, sono previste magnitudo (MW [Magnitudo momento sismico]) massime attese pari a 6,37.

La massima intensità sismica osservata è di intensità pari al 10° grado della Scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), mentre la massima magnitudo (Ms) Richter mai registrata è oltre a circa 6,5, con una frequenza di terremoti al di sopra del 7° grado MCS maggiore od uguale a 20 eventi per secolo negli ultimi tre secoli e, complessivamente per tale periodo, con più di 15 sismi di intensità maggiore od uguale all'8° grado MCS.

Si tratta prevalentemente di un'attività sismica concentrata nei settori orientali e nord-orientali della regione, entro la crosta terrestre, con il 95% degli eventi con profondità epicentrale inferiore ai 15 Km.

La distribuzione dei sismi è conseguente alla disposizione delle zone sismogenetiche ed alle loro caratteristiche geologico-strutturali.

In linea generale si può affermare che la zona ad Est dell'allineamento F. Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta ed alta mentre, quella ad Ovest è interessata da un più modesto grado di sismicità, da medio-basso a medio.

Dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) dell'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Andrea Rovida, Mario Locati, Romano Camassi, Barbara Lolli, Paolo Gasperini, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15), è consultabile la storia sismica del Comune di Foligno, nella quale sono riassunti 140 eventi a partire dall'anno 1279.

In particolare, si osserva che la massima intensità di sito, **Is**, è stata dell'VIII grado della scala Mercalli (MCS), per eventi di intensità epicentrale, **Io**, del X grado MCS del terremoto del 1832 della Valle Umbra, con una magnitudo Richter media di 6.43.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

| Storia sismica di Foligno | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| [42.955, 12.704] | | | | | |
| Numero totale di terremoti: 140 | | | | | |
| **Intensity** | **Year Mo Da Ho Mi Se** | **Epicentral area** | **NMDP** | **Io** | **Mw** |
| 7-8 | 1279 04 30 18 | Appennino umbro-marchigiano | 17 | 9 | 6.2 |
| F | 1328 12 01 | Valnerina | 13 | 10 | 6.49 |
| 5-6 | 1477 01 30 16 | Valle Umbra | 1 | 5-6 | 4.4 |
| 7-8 | 1477 02 03 01 | Valle Umbra | 3 | 6-7 | 4.86 |
| 3-4 | 1672 04 14 15 45 | Riminese | 92 | 8 | 5.59 |
| 6-7 | 1690 01 26 | Valle Umbra | 3 | 6 | 4.63 |
| 5-6 | 1690 02 03 02 30 | Valle Umbra | 1 | 5-6 | 4.4 |
| 5 | 1702 11 14 | Valnerina | 2 | 5-6 | 4.4 |
| 7 | 1703 01 14 18 | Valnerina | 197 | 11 | 6.92 |
| 7 | 1703 01 16 13 30 | Appennino laziale-abruzzese | 22 | | |
| 5 | 1719 06 27 06 30 | Valnerina | 16 | 8 | 5.59 |
| 4-5 | 1730 05 12 05 | Valnerina | 115 | 9 | 6.04 |
| 6 | 1741 04 24 09 20 | Fabrianese | 135 | 9 | 6.17 |
| 5 | 1745 03 | Valle Umbra | 2 | 7 | 5.1 |
| 5 | 1751 06 11 | Ternano | 8 | 7 | 5.12 |
| 6-7 | 1751 07 27 01 | Appennino umbro-marchigiano | 66 | 10 | 6.38 |
| 4-5 | 1752 07 13 21 40 | Appennino umbro-marchigiano | 11 | 5 | 4.61 |
| 6 | 1766 12 24 12 24 | Valnerina | 2 | 6 | 4.63 |
| 4-5 | 1781 06 03 | Cagliese | 157 | 10 | 6.51 |
| F | 1785 05 03 02 30 | Appennino umbro-marchigiano | 11 | 7 | 5.1 |
| 7 | 1791 10 11 13 05 | Appennino umbro-marchigiano | 54 | 8 | 5.57 |
| F | 1792 07 20 | Ternano | 9 | 6-7 | 5.06 |
| 3 | 1795 06 19 23 30 | Maceratese | 17 | 6 | 4.7 |
| 7 | 1799 09 09 10 30 | Foligno | 1 | 7 | 5.1 |
| 5 | 1804 07 28 23 | Valle Umbra | 7 | 6-7 | 4.95 |
| F | 1805 07 26 21 | Molise | 220 | 10 | 6.68 |
| 4 | 1828 04 11 22 25 | Appennino umbro-marchigiano | 22 | 5-6 | 4.93 |
| 8 | 1832 01 13 13 | Valle Umbra | 101 | 10 | 6.43 |
| 5-6 | 1832 10 31 | Foligno | 1 | 5-6 | 4.4 |
| 6 | 1838 02 14 07 30 | Valnerina | 24 | 8 | 5.48 |
| 3 | 1842 01 23 | San Severino Marche | 10 | 4-5 | 4.41 |
| 5-6 | 1854 01 17 09 | Narni | 6 | 5-6 | 4.71 |
| 6 | 1854 02 12 05 | Valle Umbra | 21 | 8 | 5.57 |
| 6 | 1873 03 12 20 04 | Appennino marchigiano | 196 | 8 | 5.85 |
| F | 1876 05 22 00 30 | Spoleto | 14 | 5-6 | 4.57 |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 1878 09 15 07 20 | Valle Umbra | 34 | 8 | 5.46 |
| 5 | 1881 03 11 22 50 | Valle Umbra | 15 | 5 | 4.51 |
| F | 1882 05 26 04 15 | Cascia | 16 | 5 | 4.45 |
| 3 | 1893 08 02 00 59 | Valnerina | 84 | 5-6 | 4.55 |
| NF | 1895 05 18 19 55 12.00 | Fiorentino | 401 | 8 | 5.5 |
| 4-5 | 1895 05 20 15 32 57.00 | Valle Umbra | 27 | 5-6 | 4.49 |
| 4 | 1895 08 25 00 17 10.00 | Sellano | 13 | 5 | 4.25 |
| 3-4 | 1897 01 19 19 20 | Poggiodomo | 19 | 6 | 4.68 |
| 5 | 1897 09 12 00 55 | Valle Umbra | 12 | 5 | 4.19 |
| 4-5 | 1897 12 18 07 24 20.00 | Alta Valtiberina | 132 | 7 | 5.09 |
| 5 | 1898 06 27 23 38 | Reatino | 186 | 8 | 5.5 |
| 5 | 1898 08 25 16 37 46.00 | Valnerina | 67 | 7 | 5.03 |
| 5 | 1898 09 12 14 14 10.00 | Valnerina | 16 | 8 | 5.48 |
| 5 | 1904 06 20 01 24 | Assisi | 24 | 5 | 4.1 |
| 5 | 1904 09 24 09 30 | Valle Umbra | 15 | 5 | 4.24 |
| 3-4 | 1905 12 09 21 41 | Valle Umbra | 42 | 5 | 4.24 |
| NF | 1907 01 23 00 25 | Adriatico centrale | 93 | 5 | 4.75 |
| NF | 1909 01 13 00 45 | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 3 | 1910 12 26 16 30 | Monti della Laga | 50 | 5-6 | 4.56 |
| 4 | 1914 10 27 09 22 | Lucchesia | 660 | 7 | 5.63 |
| 4-5 | 1915 01 13 06 52 43.00 | Marsica | 1041 | 11 | 7.08 |
| 4 | 1915 03 15 11 23 | Alta Valle del Chienti | 24 | 7 | 4.97 |
| 4 | 1915 03 26 23 37 | Perugino | 40 | 6 | 4.55 |
| 3 | 1916 08 16 07 06 14.00 | Riminese | 257 | 8 | 5.82 |
| 4 | 1917 04 26 09 35 59.00 | Alta Valtiberina | 134 | 9-10 | 5.99 |
| 3-4 | 1917 05 12 15 34 36.00 | Ternano | 34 | 7-8 | 5.03 |
| 3 | 1917 07 08 02 | Appennino laziale-abruzzese | 44 | 5-6 | 4.68 |
| 5 | 1917 07 19 00 55 | Valle Umbra | 3 | 4 | 3.7 |
| 4 | 1918 04 14 01 56 | Monti Martani | 21 | 6 | 4.48 |
| 3 | 1919 06 29 15 06 13.00 | Mugello | 565 | 10 | 6.38 |
| NF | 1919 09 10 16 57 | Val di Paglia | 67 | 7-8 | 5.36 |
| NF | 1919 10 22 06 10 | Anzio | 142 | 6-7 | 5.22 |
| 4 | 1922 06 08 07 47 | Valle del Chienti | 47 | 6 | 4.73 |
| F | 1924 01 02 08 55 13.00 | Senigallia | 76 | 7-8 | 5.48 |
| 4 | 1927 08 16 00 53 | Valnerina | 17 | 6 | 4.57 |
| 5 | 1929 05 07 17 06 | Valle Umbra | 4 | 5 | 4.16 |
| 4 | 1930 10 30 07 13 | Senigallia | 268 | 8 | 5.83 |
| 3 | 1933 09 26 03 33 29.00 | Maiella | 325 | 9 | 5.9 |
| 6 | 1935 06 06 11 05 | Valle Umbra | 4 | 5 | 4.16 |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 1936 04 05 18 10 | Valle Umbra | 3 | 5 | 4.16 |
| 3 | 1936 12 09 07 34 | Caldarola | 31 | 6-7 | 4.76 |
| 4 | 1940 10 16 13 17 | Val di Paglia | 106 | 7-8 | 5.29 |
| 4 | 1943 01 29 | Monti Sibillini | 50 | 6-7 | 4.94 |
| 3 | 1948 12 31 03 32 | Monti Reatini | 95 | 8 | 5.42 |
| 4 | 1949 03 28 21 34 20.00 | Valnerina | 2 | 4 | 3.7 |
| 5 | 1950 09 05 04 08 | Gran Sasso | 386 | 8 | 5.69 |
| 5 | 1951 08 08 19 56 | Gran Sasso | 94 | 7 | 5.25 |
| 5 | 1951 09 01 | Monti Sibillini | 80 | 7 | 5.25 |
| NF | 1958 05 08 00 13 23.00 | Valnerina | 17 | 5 | 4.25 |
| 5 | 1960 02 06 12 00 30.00 | Valle Umbra | 11 | 5 | 4.18 |
| 4 | 1960 03 16 01 52 48.00 | Monti della Laga | 81 | 5 | 4.44 |
| 4 | 1962 08 30 12 10 | Valnerina | 35 | 7 | 5.02 |
| F | 1964 08 02 10 40 | Valnerina | 25 | 6 | 4.53 |
| 5 | 1965 05 29 13 39 46.00 | Valle Umbra | 16 | 6-7 | 4.32 |
| 5 | 1965 05 31 09 22 17.00 | Valle Umbra | 9 | 5-6 | 4.48 |
| 2 | 1969 08 11 13 55 | Lago Trasimeno | 46 | 7 | 4.7 |
| 4 | 1969 09 26 23 40 39.00 | Teramano | 97 | 5 | 4.39 |
| 4 | 1970 09 07 14 02 21.00 | Appennino umbro-marchigiano | 56 | 5 | 4.35 |
| 4 | 1971 02 11 18 49 21.00 | Valle del Chiascio | 71 | 6 | 4.61 |
| 4-5 | 1971 02 12 04 54 56.00 | Valle del Chiascio | 47 | 7 | 4.89 |
| 5 | 1971 04 02 01 43 54.00 | Valnerina | 68 | 6 | 4.5 |
| F | 1974 01 05 07 33 28.00 | Valle del Chiascio | 15 | 7-8 | 5.28 |
| 5 | 1978 07 30 05 19 23.00 | Ternano | 25 | 7 | 4.32 |
| 4-5 | 1978 12 05 04 45 | Nocera Umbra | 4 | 4-5 | 4.22 |
| F | 1979 01 25 23 53 01.00 | Valnerina | 8 | 5 | 4.44 |
| 6 | 1979 09 19 21 35 37.00 | Valnerina | 694 | 8-9 | 5.83 |
| 5 | 1980 02 28 21 04 40.00 | Valnerina | 146 | 6 | 4.97 |
| 3-4 | 1980 05 24 20 16 04.00 | Monti Sibillini | 58 | 5-6 | 4.48 |
| 4 | 1980 11 23 18 34 52.00 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6.81 |
| 4 | 1982 10 17 04 54 33.00 | Perugino | 16 | 6 | 4.42 |
| 4 | 1982 10 18 15 29 24.00 | Perugino | 15 | 6-7 | 4.56 |
| 4 | 1984 04 29 05 02 59.00 | Umbria settentrionale | 709 | 7 | 5.62 |
| 2-3 | 1986 10 13 05 10 00.31 | Monti Sibillini | 322 | 5-6 | 4.46 |
| 3 | 1989 11 19 03 40 22.54 | Valnerina | 38 | 5 | 4.13 |
| 4 | 1989 12 22 06 48 13.91 | Valle Umbra | 114 | 5 | 4.44 |
| 4 | 1990 09 12 02 59 44.87 | Valle Umbra | 62 | 5-6 | 4.12 |
| 3-4 | 1992 02 18 09 20 27.73 | Valle Umbra | 13 | 5 | 3.48 |
| 4 | 1993 06 04 21 36 50.60 | Valle del Topino | 90 | 5-6 | 4.39 |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4-5 | 1993 06 05 19 16 17.02 | Valle del Topino | 326 | 6 | 4.72 |
| NF | 1997 07 15 08 51 12.21 | Appennino umbro-marchigiano | 22 | 4-5 | 3.34 |
| 3-4 | 1997 09 03 22 07 29.70 | Appennino umbro-marchigiano | 62 | 6 | 4.54 |
| 4-5 | 1997 09 07 23 28 05.79 | Appennino umbro-marchigiano | 57 | 5-6 | 4.19 |
| 3-4 | 1997 09 09 16 54 47.50 | Appennino umbro-marchigiano | 39 | 5-6 | 3.78 |
| 4 | 1997 09 10 06 46 50.78 | Appennino umbro-marchigiano | 47 | 5 | 3.85 |
| 6-7 | 1997 09 26 00 33 12.88 | Appennino umbro-marchigiano | 760 | 7-8 | 5.66 |
| 7 | 1997 09 26 09 40 26.60 | Appennino umbro-marchigiano | 869 | 8-9 | 5.97 |
| 5 | 1997 10 03 08 55 22.07 | Appennino umbro-marchigiano | 490 | | 5.22 |
| 7 | 1997 10 06 23 24 53.29 | Appennino umbro-marchigiano | 437 | | 5.47 |
| 6 | 1997 10 14 15 23 10.64 | Valnerina | 786 | | 5.62 |
| 5 | 1997 10 23 08 58 43.96 | Appennino umbro-marchigiano | 56 | | 3.86 |
| 4-5 | 1997 11 09 19 07 33.27 | Valnerina | 180 | | 4.87 |
| 5 | 1998 02 07 00 59 44.54 | Appennino umbro-marchigiano | 62 | | 4.41 |
| 4 | 1998 02 16 13 45 19.00 | Valnerina | 33 | | 3.75 |
| 6 | 1998 03 21 16 45 09.21 | Appennino umbro-marchigiano | 141 | | 5 |
| 6 | 1998 03 26 16 26 17.03 | Appennino umbro-marchigiano | 409 | | 5.26 |
| 4-5 | 1998 04 05 15 52 21.01 | Appennino umbro-marchigiano | 395 | | 4.78 |
| 4-5 | 1998 06 01 13 57 10.41 | Appennino umbro-marchigiano | 23 | | 4.02 |
| 4-5 | 1998 06 02 23 11 23.00 | Appennino umbro-marchigiano | 83 | | 4.25 |
| 5 | 1998 08 11 05 22 59.64 | Appennino umbro-marchigiano | 24 | | 3.26 |
| 3-4 | 1999 11 29 03 20 33.86 | Monti della Laga | 62 | 5-6 | 4.15 |
| 3 | 2000 06 22 12 16 35.58 | Bacino di Gubbio | 107 | 5 | 4.47 |
| 3-4 | 2000 09 02 05 17 02.41 | Appennino umbro-marchigiano | 115 | 5 | 4.4 |
| 3 | 2000 12 16 07 31 07.66 | Ternano | 129 | 5-6 | 4.29 |
| 4 | 2005 12 15 13 28 39.59 | Val Nerina | 350 | 5 | 4.14 |
| NF | 2006 10 21 07 04 10.01 | Anconetano | 287 | 5 | 4.21 |
| 5 | 2016 08 24 01 36 3 | Monti della Laga | 221 | 10 | 6.18 |
| 5 | 2016 10 30 06 40 1 | Valnerina | 379 | | 6.61 |
| NF | 2017 01 18 10 14 0 | Aquilano | 280 | | 5.7 |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

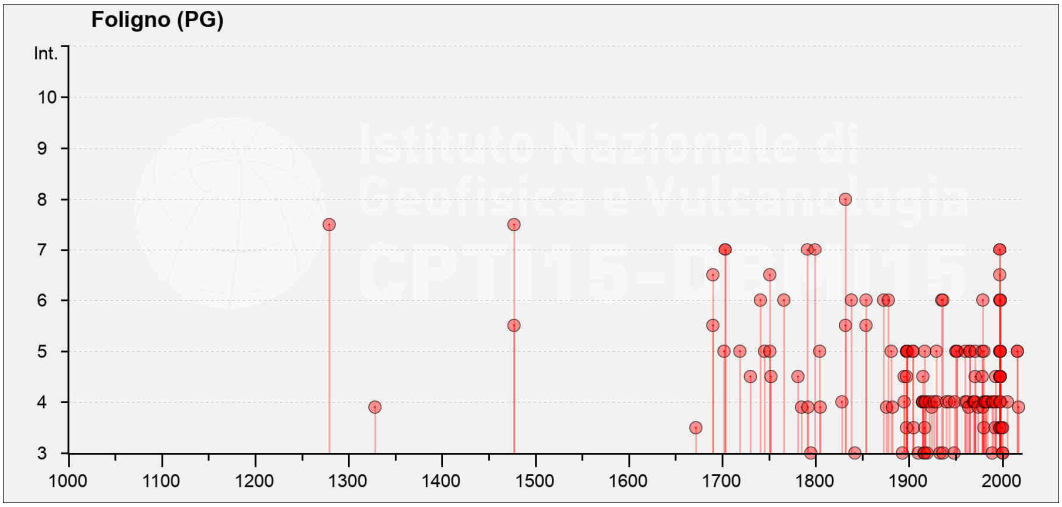



*Fig. 4 - Storia sismica del Comune Foligno (PG), ricavata dal DBMI15 versione 3.0*

### 7.1.2 Sismicità recente dell'area di studio

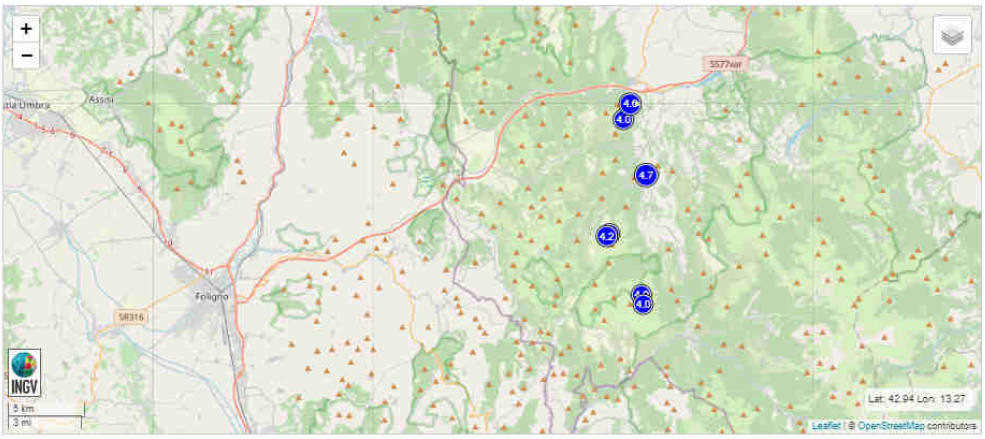
I dati relativi alla sismicità recente sono stati tratti dal database ISIDe (http://iside.rm.ingv.it).

In particolare sono stati ricercati eventi registrati negli ultimi 10 anni con Magnitudo compresa tra 4 e 10 e distanza di 30 Km da Foligno.

Sono stati individuati n. 7 eventi, di seguito esplicitati:



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu




**Visualizzati** 7 **terremoti** (Ordinamento Tempo Decrescente)

Esporta lista (UTC)

| Data e Ora (Italia) | Magnitudo | Zona | Profondità | Latitudine | Longitudine |
|---|---|---|---|---|---|
| 2018-04-10 05:11:30 | Mw 4.6 | 2 km SW Muccia (MC) | 8 | 43.07 | 13.04 |
| 2018-04-04 04:19:45 | Mw 4.0 | 2 km NW Pieve Torina (MC) | 8 | 43.06 | 13.03 |
| 2017-04-27 23:19:42 | Mw 4.0 | 4 km NW Visso (MC) | 8 | 42.95 | 13.05 |
| 2017-04-27 23:16:58 | Mw 4.0 | 5 km NW Visso (MC) | 8 | 42.96 | 13.05 |
| 2017-02-03 05:10:05 | Mw 4.2 | 1 km E Monte Cavallo (MC) | 7 | 42.99 | 13.02 |
| 2017-02-03 04:47:55 | Mw 4.0 | 1 km E Monte Cavallo (MC) | 7 | 42.99 | 13.02 |
| 2016-11-03 01:35:01 | Mw 4.7 | 2 km S Pieve Torina (MC) | 8 | 43.03 | 13.05 |

*Fig., 5 - eventi sismici negli ultimi 10 anni con Magnitudo > 4*



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

### 7.1.3 Pericolosità sismica di base

Il territorio comunale di Foligno (PG) è classificato come *zona sismica 1,* come evidenziato dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 "Nuove norme tecniche sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale" e dalle D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" e del 18 settembre 2012 n. 1111 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria".

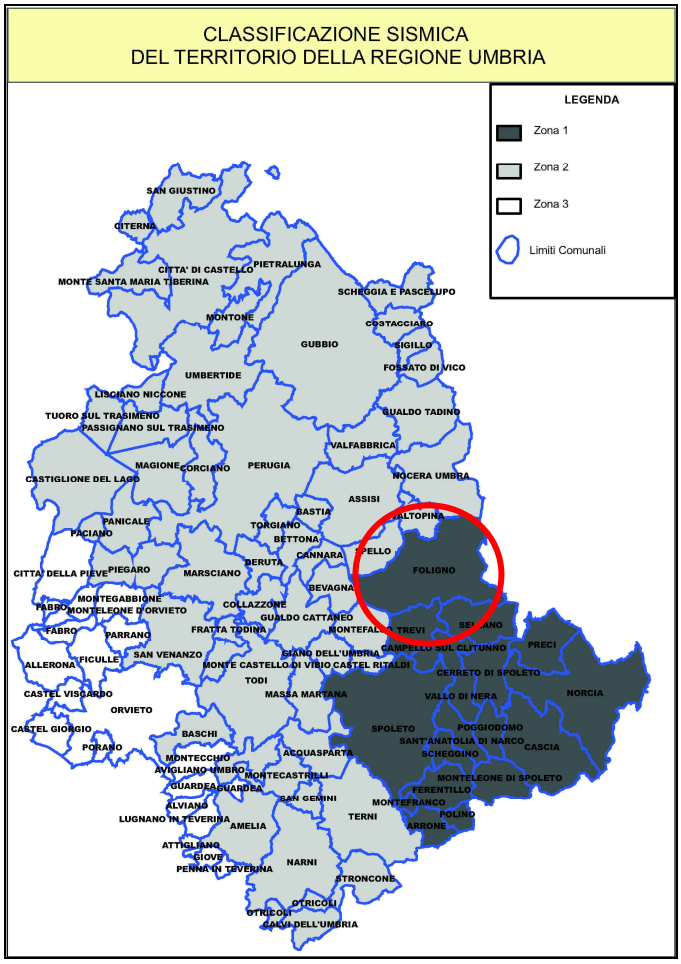



*Fig. 6 - Classificazione sismica dei comuni della REGIONE UMBRIA (DGR 1111/2012)*

Per quanto concerne la Pericolosità sismica di base, si è fatto riferimento alla vigente Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale, INGV, 2004 e alla Mappa interattiva di Pericolosità Sismica del progetto DPC-INGV S1 (consultabili al sito http://esse1-gis.mi.ingv.it), entrambe analogamente espresse in termini di accelerazione massima al suolo ($a_{max}$), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a sottosuoli molto rigidi (Vs>800 m/s, Cat. A).



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

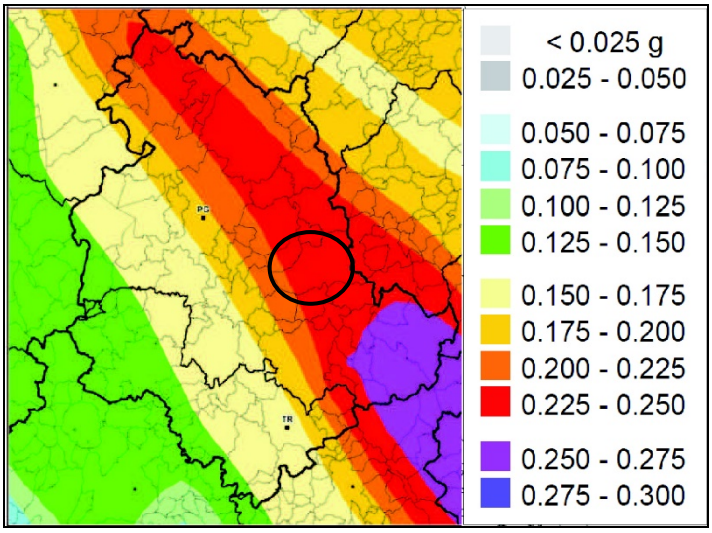



*Fig. 7 - Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (stralcio per la Regione Umbria con individuazione del territorio comunale di Perugia. Assisi e bastia Umbra) – INGV*

### 7.1.4 Sorgenti sismogenetiche e fagli attive e capaci

Infine, per quanto riguarda alcune considerazioni di carattere sismotettonico, l'elemento di maggiore interesse è la prossimità dell'area indagata alla parte occidentale della dorsale appenninica (Appennino umbro marchigiano), interessata prevalentemente da una attività tettonica di tipo distensivo.

La tettonica estensionale pliocenico-quaternaria trova la sua espressione geologica nella presenza di bacini continentali, allungati in direzione appenninica e bordati da faglie normali. Tale condizione è riscontrabile anche nel ramo orientale del bacino tiberino in cui sono localizzabili le aree di studio.

In base all'evoluzione geologico-strutturale della zona, al campo di stress attualmente presente in questa porzione dell'Appennino ed alla presenza di ipocentri locali (come risulta dall'analisi della sismicità recente e dalla sismicità storica), principalmente correlati a microsismi con meccanismi focali distensivi e/o trascorrenti, è del tutto probabile che possano esistere faglie attive nelle vicinanze o in corrispondenza delle aree di studio.

Un quadro sintetico delle sorgenti sismogenetiche attive nell'area d'interesse può essere estratto dal "*Database of Individual Seismogenic Sources* " (DISS) versione 3.2.1 (DISS Working Group, 2009; Basili et al., 2008) e dal Progetto ITHACA, Catalogo delle faglie capaci, dell'ISPRA.

Si può osservare come l'area di studio è interessato direttamente dalla presenza di una Sorgente Sismogenetica individuale denominata ISS ITIS061 (Foligno) e da una Sorgente Sismogenetica Composita denominata SSC ITCS037 (Mugello-Città di Castello-Leonessa),



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

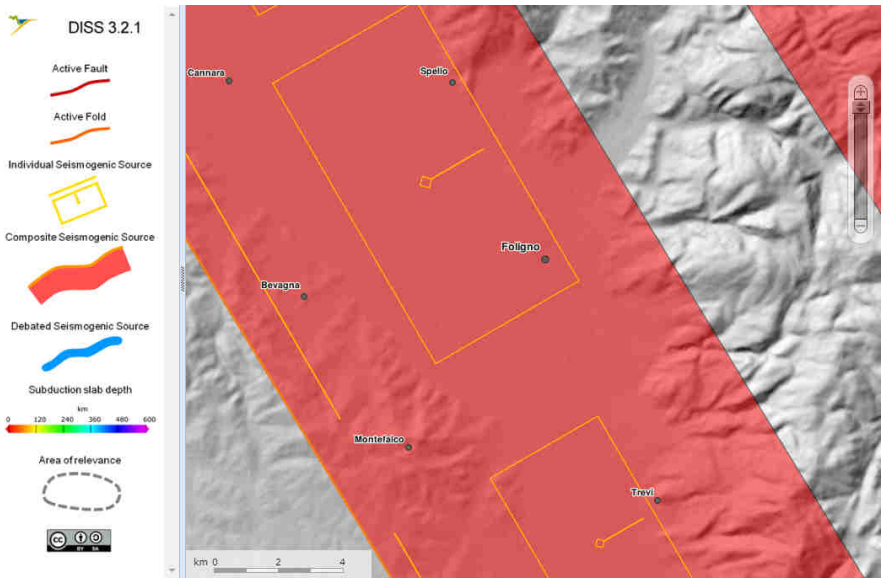



*Fig. 8 - Stralcio cartografico del Database of Individual Seismogenic Sources " (DISS) interessante le aree di studio*

Nel catalogo ITHACA, è invece riportata, all'interno dell'area di studio, la presenza della faglia capace denominata Spoleto Valley (codice 62403). Tale elemento viene identificato come una faglia normale, con direzione media pari a circa 160°N, immersione media verso WSW.

*Fig. 9 - Progetto ITHACA – Catalogo delle faglie capaci – ISPRA,* stralcio cartografico area di interesse

Infine, per le analisi monodimensionali di risposta sismica locale e per le successive valutazioni della suscettibilità a liquefazione dei terreni compresi all'interno delle Zone di Attenzione per instabilità per



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

liquefazione, sono state analizzate le varie metodologie esistenti per il calcolo della Magnitudo Mw descritte nelle *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ)* (2017) redatte dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica.

La Mw (magnitudo momento), è una grandezza legata al processo fisico del terremoto (durata) e al numero di cicli di carico e scarico dei depositi investiti dalle onde sismiche.

Nelle linee guida sopra dette sono descritti tre metodi classici ed una metodologia innovativa (*Albarello D., Università di Siena*), originale, basata sull'uso diretto delle osservazioni macrosismiche relative ai terremoti che in passato hanno interessato il sito di studio (storia sismica del sito) e che costituiscono la maggior parte delle informazioni disponibili sulla sismicità del territorio italiano.

Tra i metodi classici, alternativi, di calcolo della Mw ai fini della valutazione della suscettibilità alla liquefazione si possono ricordare:

- Massima magnitudo dal catalogo DBMI11;
- Criteri del cut-off magnitudo distanza;
- Massima magnitudo delle zone sismogenetiche e disaggregazione (ICMS, 2008).

La magnitudo massima di un catalogo storico comporta che la scelta sia completamente deterministica. La maggior parte delle magnitudo, riportate nei cataloghi, derivano da conversioni empiriche Imcs-M e, dunque, possono presentare delle incertezze proprie di queste trasformazioni.

La magnitudo, definita con i criteri del cut-off magnitudo distanza, comporta ancora una scelta deterministica. Tuttavia, le curve sono costruite con dati di terremoto storici su cui gravano le incertezze sull'epicentro e l'effettiva grandezza.

La magnitudo che deriva dalla disaggregazione è legata a uno studio probabilistico, ma, per come sono state costruite le zone sismogenetiche italiane (molto grandi), può essere scarsamente rappresentativa dell'area di studio.

La metodologia proposta dal Prof. Albarello, si basa sull'uso diretto delle osservazioni macrosismiche relative ai terremoti che in passato hanno interessato il sito di studio (storia sismica di sito) e che costituiscono la maggior parte delle informazioni disponibili sulla sismicità del territorio italiano.

Rispetto agli approcci usuali, i risultati della metodologia proposta presentano i seguenti aspetti fondamentali e che superano le criticità espresse precedentemente:

- identificano una magnitudo soglia legata alla distanza tra l'epicentro di un evento sismico realmente accaduto e il sito in studio;
- mantengono un legame diretto con le osservazioni effettivamente utilizzate per la loro determinazione, consentendo al contempo la corretta gestione delle incertezze inerenti questi dati che risulta coerente con il carattere discreto ed ordinale delle informazioni macrosismiche considerate per l'analisi;



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

- legano strettamente i valori della Mw e della PGA (che sono i parametri che permetteranno di effettuare calcoli sul fattore di sicurezza o l'indice di liquefazione con i metodi semplificati) che devono riferirsi, per rispettare la natura fisica del problema, allo stesso evento sismico.

  Attraverso questo metodo viene individuata, nelle suddette linee guida, per il Comune di Foligno, una magnitudo di riferimento Mw pari a 6.33 per una distanza epicentrale di 8 Km.

  Tale valore della magnitudo macrosismica è peraltro stato indicato dallo SGRU quale valore di magnitudo da utilizzare nelle analisi semplificate per la valutazione dell'Indice del Potenziale di Liquefazione; lo stesso valore verrà inoltre utilizzato per la quantificazione numerica dell'Effective Strain Ratio nelle modellazioni monodimensionali di risposta sismica locale.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

## 7.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA

La caratterizzazione sismica del sottosuolo è stata effettuata sulla base dei risultati delle indagini sismiche reperite MASW 15 (indagine sismica tipo MASW) e SR15 (Stendimento sismico a rifrazione elaborato in tomografia)

Sulla base dei modelli di velocità del sottosuolo, forniti dai modelli di calcolo derivanti dalle indagini geofisiche è stato possibile ricavare dati del parametro Vs fino a profondità di almeno 30 m dal p.c.

Le indagini sismiche hanno dato i seguenti risultati:

| Sigla | Vs30 m/s | Categoria di sottosuolo |
|---|---|---|
| MASW15-SR15 | 466 | **B** |

**NTC 2018 - Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato**

| Categoria di sottosuolo | Descrizione |
|---|---|
| **A** | *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo di 3 m.* |
| **B** | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.* |
| **C** | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.* |
| **D** | *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.* |
| **E** | *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.* |

Per la categoria di sottosuolo individuata, le espressioni relative alla determinazione dei parametri sismici Ss e Cc derivano dall'allegata Tab. 3.2.IV delle NTC 2018.

**NTC 2018 - Tab. 3.2.IV – Espressioni di Ss e Cc**

| Categoria di sottosuolo | $S_S$ | $C_C$ |
|---|---|---|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40-0,40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T^*_c)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70-0,60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T^*_c)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40-1,50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T^*_c)^{-0,50}$ |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu

| | | |
|---|---|---|
| E | $1{,}00 \leq 2{,}00-1{,}10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1{,}60$ | $1{,}15 \cdot (T^*_c)^{-0{,}40}$ |

Non si evidenziano elementi di amplificazione topografica locale, pertanto, la categoria topografica di riferimento da assegnarsi è **T1** ***(pendii con inclinazione media i < 15°)***

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|---|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15° |
| T2 | Pendii con inclinazione media i > 15° |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30° |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30° |

## 7.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Relativamente alla verifica nei confronti della liquefazione dei terreni di fondazione presenti, le NTC 2018 (Par. 7.11.3.4), stabiliscono che tale verifica possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60}$ > 30 oppure $q_{c1N}$ > 180 dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $q_{c1N}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante (fig. superiore - terreni con coefficiente di uniformità $U_c$ < 3.5 e fig. inferiore - terreni con coefficiente di uniformità $U_c$ > 3.5).

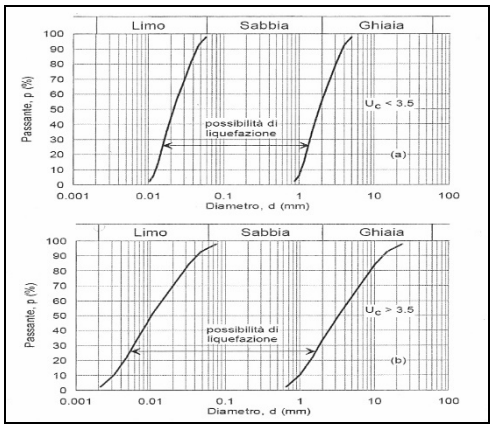



*Fig. 10 - Distribuzione granulometrica per terreni soggetti a possibile liquefazione (NTC18)*

L'area è stata cautelativamente considerata come caratterizzata dalla presenza di una falda con quote di circa 5-6 m da p.c.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

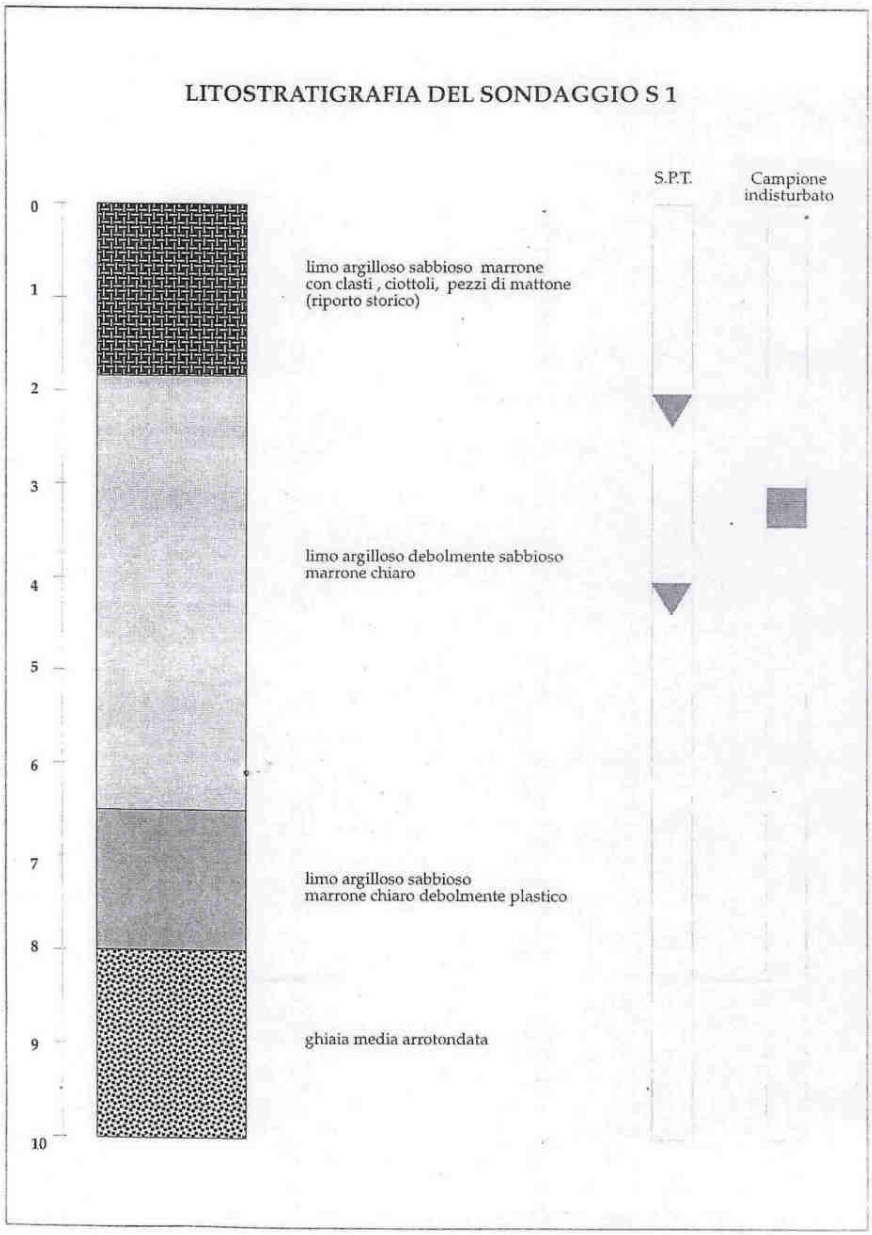
Vista l'estesa presenza di depositi ghiaiosi seguendo le indicazioni presenti nelle NTC 2018, non è stata quindi eseguita la verifica a liquefazione. È lecito considerare i depositi interessati dall'intervento in oggetto come non suscettibili alla liquefazione in fase sismica.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

## 8 REPORT INDAGINI REPERITE

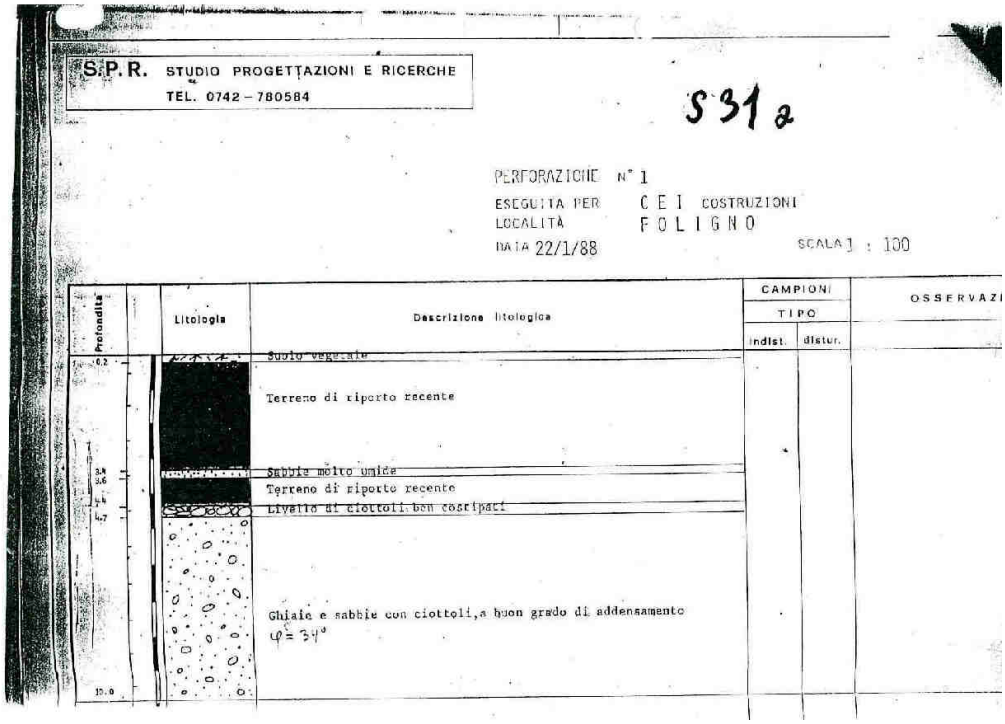
### DOCStW_470






Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

**DOC0298**



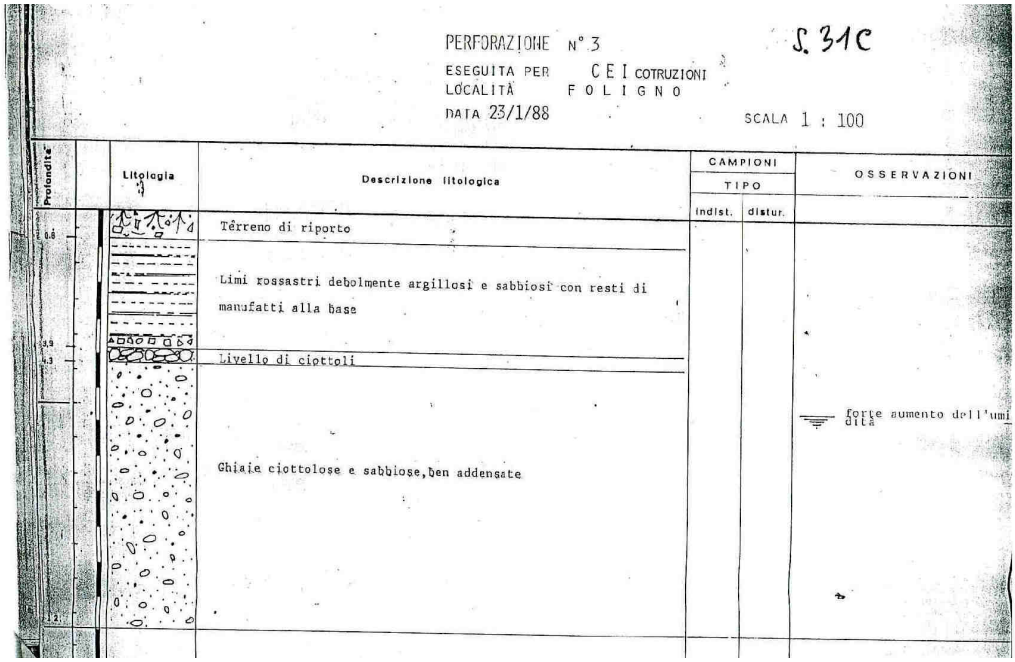
S.P.R. STUDIO PROGETTAZIONI E RICERCHE
TEL. 0742 – 780584

S 31 a

PERFORAZIONE N° 1
ESEGUITA PER C E I COSTRUZIONI
LOCALITÀ F O L I G N O
DATA 22/1/88 SCALA 1 : 100

| Profondità | Litologia | Descrizione litologica | CAMPIONI TIPO indist. | CAMPIONI TIPO distur. | OSSERVAZI |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | | Suolo vegetale | | | |
| | | Terreno di riporto recente | | | |
| 3.4 | | Sabbie molto umide | | | |
| 3.6 | | Terreno di riporto recente | | | |
| 4.4 | | Livello di ciottoli ben costipati | | | |
| 4.7 | | Ghiaie e sabbie con ciottoli, a buon grado di addensamento $\varphi = 34°$ | | | |
| 10.0 | | | | | |

**DOC0299**



PERFORAZIONE N° 3
ESEGUITA PER C E I COTRUZIONI
LOCALITÀ F O L I G N O
DATA 23/1/88 SCALA 1 : 100

S. 31C

| Profondità | Litologia | Descrizione litologica | CAMPIONI TIPO indist. | CAMPIONI TIPO distur. | OSSERVAZIONI |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.6 | | Terreno di riporto | | | |
| | | Limi rossastri debolmente argillosi e sabbiosi con resti di manufatti alla base | | | |
| 3.9 | | Livello di ciottoli | | | |
| 4.3 | | Ghiaie ciottolose e sabbiose, ben addensate | | | forte aumento dell'umidità |
| 12 | | | | | |



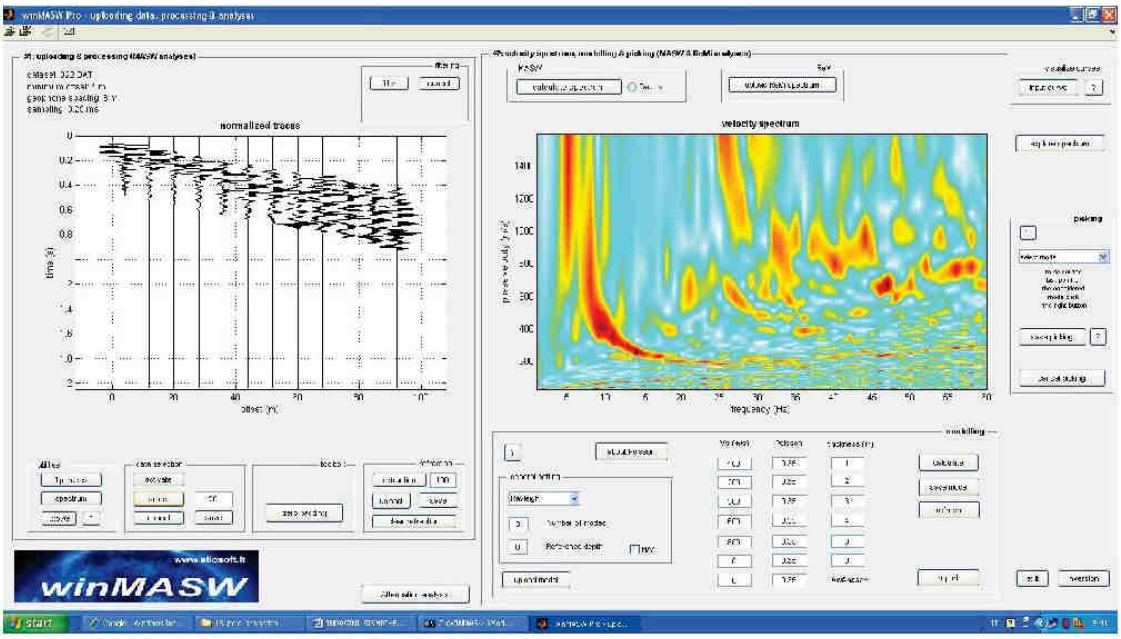
Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

**MASW15**

**OSSERVATORIO SISMICO**
**"ANDREA BINA"**

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

**Dati Masw Profilo 15**




Elaborazione. I dati masw sono stati assunti a carattere puramente qualitativo.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

**SR15**

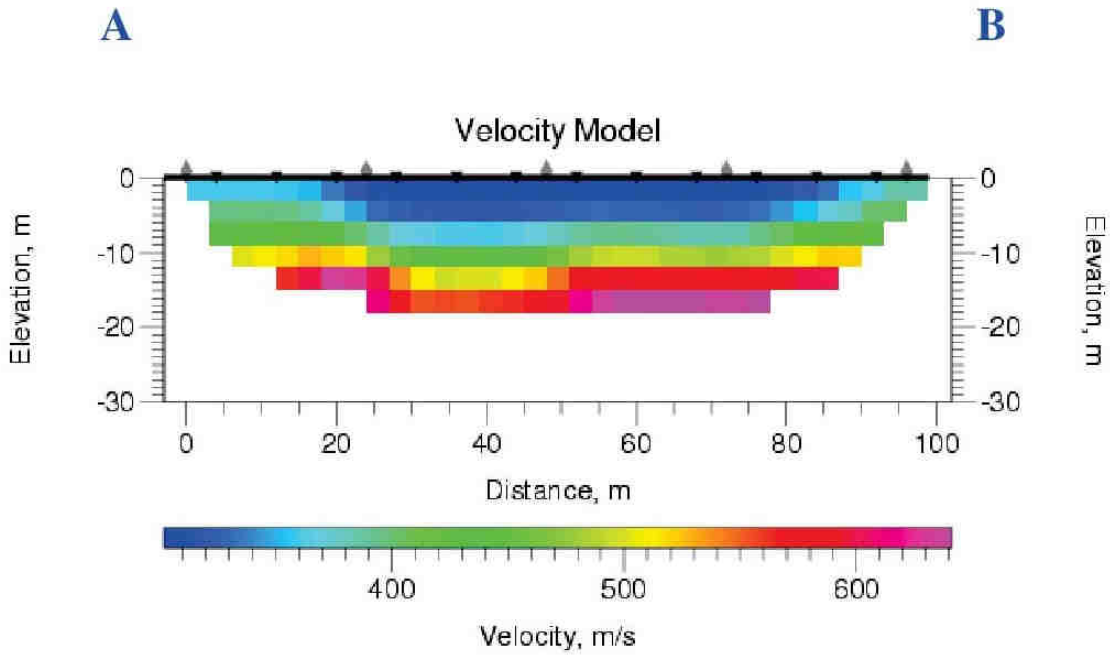
**OSSERVATORIO SISMICO "ANDREA BINA"**

B.go XX Giugno, 74 06100 PERUGIA, Tel. 075/34060 P. I.V.A. 01796550547

**PROFILO 15 FOLIGNO (Polo scolastico)**

**PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE onde SH: TOMOGRAFIA**

**Sezione A – B onde SH: Modello di velocità (modello multistrato)**




Profilo 15

Andamento delle Vs dal p.c. al centro dello stendimento.

| Dist da A | Prof (m) | Vs (m/s) |
|---|---|---|
| 48.000000 | 0.000000 | 303.938507 |
| 48.000000 | -3.000000 | 325.338135 |
| 48.000000 | -6.000000 | 380.403442 |
| 48.000000 | -9.000000 | 462.007080 |
| 48.000000 | -12.000000 | 545.543457 |
| 48.000000 | -15.000000 | 592.293091 |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

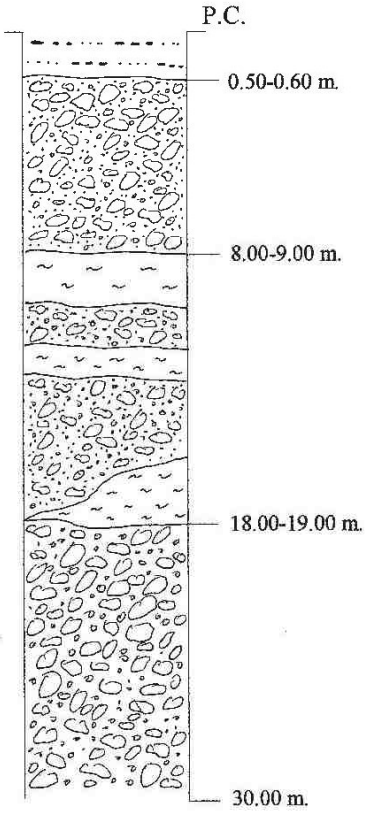
**P400**

| *Allegato 4:* | *Colonnina stratigrafica* |
|---|---|

*Terreno di riporto*

*Ghiaie e Ciottoli poligenici, ben evoluti, in matrice Sabbiosa e Sabbioso-Limosa*

*Limi Argillosi e/o Argille Limose*



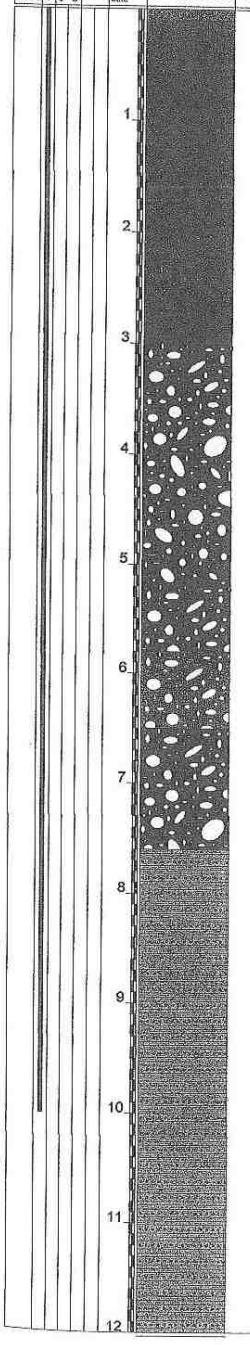



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

# P404

SCALA 1 : 50 Pagina 1/3

| | |
|---|---|
| Riferimento: Piano Nazionale per le Città-Intervento 5 sublotto 5 | Sondaggio: SA |
| Località: Foligno Via XVI Giugno | Quota: |
| Impresa esecutrice: Getecnica lavori S.R.L. | Data: 23-24 giugno 2014 |
| Coordinate: | Redattore: Dr.ssa Geol. Angelelli Antonietta |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |



| ø mm | R V | A r s | Pz | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 --- 100 | S.P.T. | N | RQD % 0 --- 100 | prof. m | DESCRIZIONE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | 0,1 | Terreno vegetale |
| | | | | 1 2 3 | | | | | | | | | 3,0 | Materiale costituente l'argine fluviale caratterizzato dalla presenza di sabbie medie limose di colore avana con ciottoli prevalentemente calcarei ed eterometrici.Presenza di laterizi e radici. |
| | | | | 4 5 | | | | | | | | | 5,8 | Ghiaie in matrice sabbiosa grossa: ciottoli arrotondati di sedimentazione fluviale prevalentemente calcarei. |
| | | | | 6 | | | | | | | | | 6,5 | Ghiaie in matrice argillosa: ciottoli arrotondati di sedimentazione fluviale prevalentemente calcarei. |
| | | | | 7 | | | | | | 34-40-16 | 56 | | 7,6 | Ghiaie in matrice sabbiosa fine poco addensata: ciottoli arrotondati di sedimentazione fluviale prevalentemente calcarei. |
| | | | | 8 9 10 11 12 | | | 1.5 2.1 1.5 1.6 1 1 1.5 1.3 >3 >3 >3 | | | 28-50/3cm | Rif | | 12,0 | Argille ed argille sabbiose di buona consistenza di colore avana finemente laminate con strati di colore avana più scuro e grigio. |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

SCALA 1 : 50 Pagina 2/3

| | |
|---|---|
| Piano Nazionale per le Città-Intervento 5 sublotto 5 | Sondaggio: SA |
| Foligno Via XVI Giugno | Quota: |
| esecutrice: Getecnica lavori S.R.L. | Data: 23-24 giugno 2014 |
| inate: | Redattore: Dr.ssa Geol. Angelelli Antonie |
| razione: Carotaggio continuo | |

| Pz | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 --- 100 | S.P.T. | N | RQD % 0 --- 100 | prof. m | DESCRIZIONE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13 | | | | | | | | | | Ghiaie in matrice sabbiosa grossa: ciottoli arrotondati di sedimentazione fluviale prevalentemente calcarei. |
| | 14 | | | | | | | | | | |
| | 15 | | | | | | | | | 15,0 | |
| | | | | 0.7 | | | | | | 15,3 | Argille sabbiose plastiche. |
| | 16 | | | | | | 50/6cm | Rif | | | Ghiaie in matrice sabbiosa grossa: ciottoli arrotondati di sedimentazione fluviale prevalentemente calcarei. |
| | | | | | | | | | | 16,7 | |
| | 17 | | | | | | | | | | Argille limose molto plastiche alternate a livelli di sabbie medie poco addensate di colore avana grigio e ocra. (sedimento in falda) |
| | 18 | | | 0.5 | | | | | | 18,0 | |
| | | | | 0.8 | | | | | | | Argille sabbiose plastiche di colore avana con poco materiale organico: (Sedimento non in falda) |
| | | | | | | | 2-2-2 | 4 | | 18,5 | Ghiaie minute in matrice limosa: ciottoli arrotondati di sedimentazione fluviale prevalentemente calcarei. da 18,5 a 20 m sedimento in falda |
| | 19 | | | | | | | | | | |
| | 20 | | | | | | | | | | |
| | 21 | | | | | | 12-30-32 | 62 | | | |
| | 22 | | | | | | | | | | |
| | 23 | | | | | | | | | | |
| | 24 | | | | | | | | | | |
| | 25 | | | | | | | | | | Ghiaie minute in matrice limosa: ciottoli arrotondati di sedimentazione fluviale prevalentemente calcarei. da 18,5 a 20 m sedimento in falda |
| | 26 | | | | | | | | | | |
| | 27 | | | | | | | | | 27,0 | |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

## P405

Committente
Comune di Foligno

Indagine
Sondaggio a rotazione con carotaggio continuo

Sondaggio
S1 - Pag 1/2

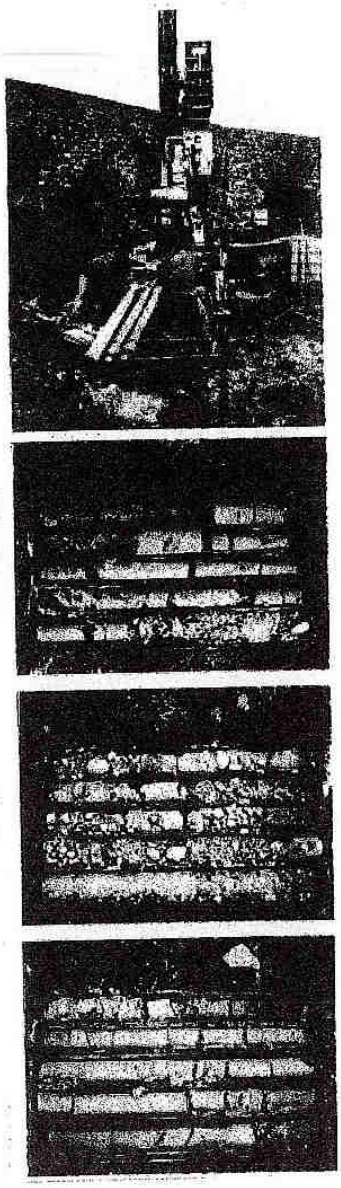
Località
Istituto IPSIA - Foligno (PG)

Data
04/04/2013

Profondità raggiunta
30,5 m dal p.c.

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione | Spessore | S.P.T. n° Colpi | PocketTest kg/cmq |
|---|---|---|---|---|---|
| -1 | | Riporto di natura coessiva e di colore marrone, con resti di manufatti | 2.50 | | |
| -2 | | | | | 1,5 - 1,7 |
| -3 | | Limi di colore marrone chiaro con sabbia | 2.00 | 2-3-9 -3.00 PC | 0,3 - 0,5 |
| -4 | | | | 18-39-40 -4.50 PC | |
| -5 | | | | | |
| -6 | | Ghiaia con clasti eterometrici, sabbia ed intervalli coesivi | | | |
| -7 | | | 6.00 | 41-35-12 -7.50 PC | |
| -8 | | | | | |
| -9 | | | | | |
| -10 | | | | | |
| -11 | | | | | 1,1 - 1,2 |
| | | Limi sabbiosi gialliastri | | | |
| -12 | | | 4.20 | | |
| -13 | | | | | |
| -14 | | | | | |
| | | Ghiaia con sabbia, frazione fina variabile ma sempre abbondante | 0.97 | | |

Fotografie



Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

Committente
Comune di Foligno

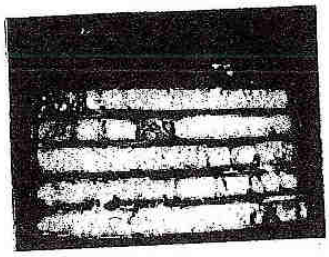
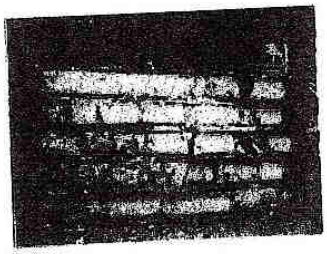
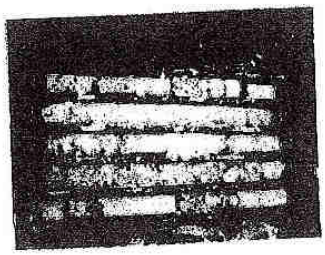
Indagine
Sondaggio a rotazione con carotaggio continuo

Sondaggio
S1 · Pag 2/2

Località
Istituto IPSIA - Foligno (PG)

Data
04/04/2013

Profondità raggiunta
30,5 m dal p.c.

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione | Spessore | S.P.T. n° Colpi | PocketTest kg/cmq | Fotografie |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -16 | | | | RIF -16.50 PC | |  |
| -17 | | | | | | |
| -18 | | | | | | |
| -19 | | | | | | |
| -20 | | | | | | |
| -21 | | | | | |  |
| -22 | | | 15.20 | | | |
| -23 | | Ghiaia con sabbia, frazione fina variabile ma sempre abbondante | | | | |
| -24 | | | | | | |
| -25 | | | | | | |
| -26 | | | | | |  |
| -27 | | | | | | |
| -28 | | | | | | |
| -29 | | | | | | |

Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

# P407

TERRA S.n.c.
di Ficiarà Roberta, Bartoccini Paolo & C.
via Vittorio Veneto, 4/4A - 06055 Papiano (PG)
Tel 075 8795142 - 075 8089539 - Fax 075 7823018 - Mobile 333 9177996

Committente: Comune di Foligno
Località: Foligno (PG)
Data: 6 giugno 2014 Attrezzatura: Pagani TG 63/200
Note:
Quota(m): Sigla: \CPT 5

80

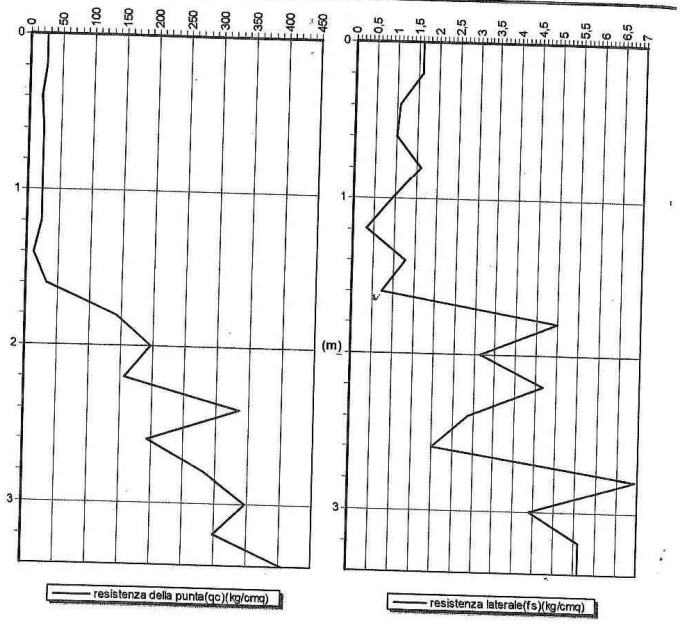
## Tabulato della prova

| Profondità (m) | Rp(kg) | Rp+Rl (kg) | qc(kg/cmq) | fs(kg/cmq) | u(kg/cmq) | fs/qc% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,2 | 260 | 280 | 26 | 1,6 | | 6,15 |
| 0,4 | 190 | 430 | 19 | 1,07 | | 5,63 |
| 0,6 | 220 | 380 | 22 | 1 | | 4,55 |
| 0,8 | 220 | 370 | 22 | 1,6 | | 7,27 |
| 1 | 230 | 470 | 23 | 0,93 | | 4,04 |
| 1,2 | 220 | 360 | 22 | 0,33 | | 1,5 |
| 1,4 | 110 | 160 | 11 | 1,27 | | 11,55 |
| 1,6 | 320 | 510 | 32 | 0,73 | | 2,28 |
| 1,8 | 1420 | 1530 | 142 | 5 | | 3,52 |
| 2 | 1960 | 2710 | 196 | 3,13 | | 1,6 |
| 2,2 | 1570 | 2040 | 157 | 4,67 | | 2,97 |
| 2,4 | 3350 | 4050 | 335 | 2,87 | | 0,86 |
| 2,6 | 1930 | 2360 | 193 | 2 | | 1,04 |
| 2,8 | 2830 | 3130 | 283 | 6,93 | | 2,45 |
| 3 | 3470 | 4510 | 347 | 4,4 | | 1,27 |
| 3,2 | 2980 | 3640 | 298 | 5,6 | | 1,88 |
| 3,4 | 4050 | 4890 | 405 | 5,6 | | 1,38 |

TERRA S.n.c.
di Ficiarà Roberta, Bartoccini Paolo & C.
via Vittorio Veneto, 4/4A - 06055 Papiano (PG)
Tel 075 8795142 - 075 8089539 - Fax 075 7823018 - Mobile 333 9177996

Committente: Comune di Foligno
Località: Foligno (PG)
Data: 6 giugno 2014 Attrezzatura: Pagani TG 63/200
Note:
Quota(m): Sigla: \CPT 5

## Grafico della prova






Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

# CP1

Laboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

Azienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificato

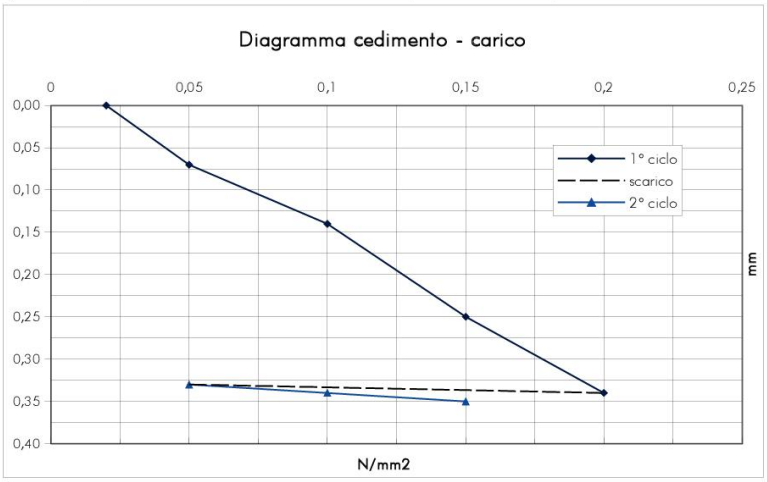
pag. 1 di 2

TERRA s.n.c.

**PROVA DI CARICO SU PIASTRA**
**Norme CNR B.U. n. 146 del 14/12/1992**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | N° Certificato: | 14/436 |
| Committente: | Comune di Foligno | N° Verbale accettazione: | 14/068 |
| Riferimento: | Pista ciclabile | Data emissione: | 20/03/14 |
| Località: | Foligno (PG) | Data ricevimento: | 17/03/14 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prova n.: | CP1 | Diametro piastra: | 300 mm |
| Data: | 06-giu-14 | Profondità incasso | 1,0 m |
| Temperatura | 24,8 °C | W % terreno | 6,93% |




| 1° ciclo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| p (N/mm²) | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | |
| s (1/100 mm) | 0 | 7 | 14 | 25 | 34 | |
| Δ s (mm) | | 0,18 | | | | |

| 2° ciclo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| p (N/mm²) | 0,05 | 0,10 | 0,15 | | |
| s (1/100 mm) | 33 | 34 | 35 | | |
| Δ s (mm) | 0,02 | | | | |

| | |
|---|---|
| Modulo di compressibilità (0,05 - 0,15 N/mm²) | Modulo di compressibilità (0,05 - 0,15 N/mm²) |
| $Me_1$ = 166,67 N/mm² | $Me_2$ = 1500,00 N/mm² |
| Deformazione (0,05 - 0,15 N/mm²) | Deformazione (0,05 - 0,15 N/mm²) |
| $d_1$ = 0,18 mm | $d_2$ = 0,02 mm |

Note:

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore

- Viale Vittorio Veneto, 4-4/A 06055 Papiano (PG) tel. 075/8089539 - Fax 075/7823018 - cell. 333/9177996
e-mail: info@laboratoriogeotecnico.it - P.I.:02333740542

# CP2

Laboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

Azienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificato

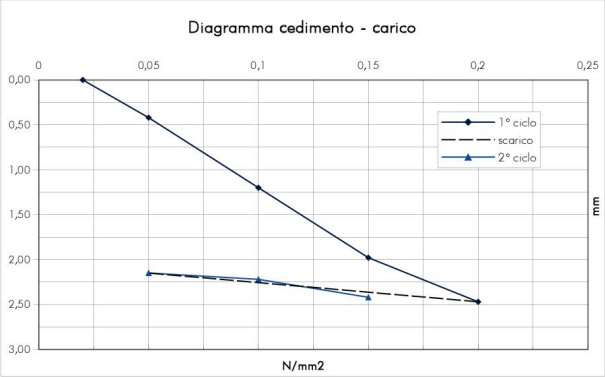
pag. 1 di 2

TERRA S.n.c.

**PROVA DI CARICO SU PIASTRA**
**Norme CNR B.U. n. 146 del 14/12/1992**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | N° Certificato: | 14/437 |
| Committente: | Comune di Foligno | N° Verbale accettazione: | 14/068 |
| Riferimento: | Pista ciclabile | Data emissione: | 20/03/14 |
| Località: | Foligno (PG) | Data ricevimento: | 17/03/14 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prova n.: | CP2 | Diametro piastra: | 300 mm |
| Data: | 06-giu-14 | Profondità incasso | 0,2 |
| Temperatura | 25 °C | W % terreno | 3,50% |




| 1° ciclo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| p (N/mm²) | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | |
| s (1/100 mm) | 0 | 42 | 120 | 198 | 247 | |
| Δ s (mm) | | 1,56 | | | | |

| 2° ciclo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| p (N/mm²) | 0,05 | 0,10 | 0,15 | | |
| s (1/100 mm) | 215 | 222 | 242 | | |
| Δ s (mm) | 0,27 | | | | |

Modulo di compressibilità (0,05 - 0,15 N/mm²)
$Me_1$ = 19,23 N/mm²
Deformazione (0,05 - 0,15 N/mm²)
$d_1$ = 1,56 mm

Modulo di compressibilità (0,05 - 0,15 N/mm²)
$Me_2$ = 111,11 N/mm²
Deformazione (0,05 - 0,15 N/mm²)
$d_2$ = 0,27 mm

Note:

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore

- Viale Vittorio Veneto, 4-4/A 06055 Papiano (PG) tel. 075/8089539 - Fax 075/7823018 - cell. 333/9177996
e-mail: info@laboratoriogeotecnico.it - P.I.:02333740542

Laboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)
Azienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificato

TERRA S.n.c.

| PROVE EFFETTUATE | Codice |
|---|---|
| 1. contenuto naturale in acqua | |
| 2. peso di volume | |
| 3. peso specifico | |
| 4. limiti di consistenza (LL, LP) | |
| 5. analisi granulometrica setacciatura | |
| 6. analisi granulometrica sedimentazione | |
| 7. prova di taglio diretto | |
| 8. classificazione stradale CNR 10006 | 14/445 |
| 9. prova di compattazione modificata | 14/446 |
| 10. prova CBR | 14/447 |

| Campione | Profondità (m) | ANALISI PER SETACCIATURA metodo a secco ASTM D 421 | LIMITI DI CONSISTENZA Norma ASTM D4318 | Indice di Gruppo | classificazione stradale Norme CNR UNI 10006 | prova di compattazione modificata (Norma ASTM D 1557) | prova CBR INDICE DI PORTANZA CALIFORNIANO Norma ASTM D 1883 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C2 | 0,0 -0,15 | Sabbia limoso-ghiaiosa | WL (limite liquido) = 25,49<br>IP (Indice Plastico) = 8,59 | 6,56 | A4 | Densità secca γd (KN/m³) = 9,10<br>Contenuto in acqua W (%) = 9,50 | Indice CBR - $I_{(2,5)}$ = 15,28 %<br>Indice CBR - $I_{(5,0)}$ = 29,57 % |



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

# CPT5

TERRA S.n.c.
di Ficiarà Roberta, Bartoccini Paolo & C.
via Vittorio Veneto, 4/4A - 06055 Papiano (PG)
Tel 075 8795142 - 075 8089539 - Fax 075 7823018 - Mobile 333 9177996

Committente: Comune di Foligno
Località: Foligno (PG)
Data: 6 giugno 2014 Attrezzatura: Pagani TG 63/200
Note:
Quota(m): Sigla: \CPT 5

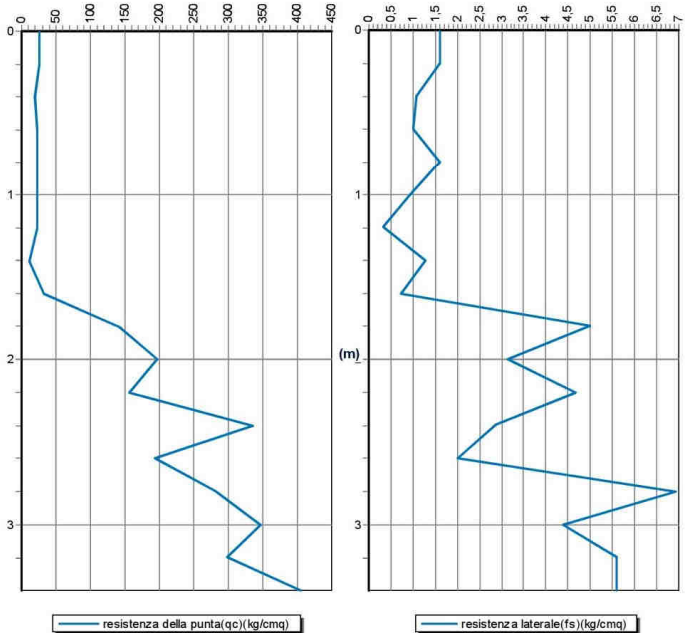
## Tabulato della prova

| Profondità (m) | Rp(kg) | Rp+Rl (kg) | qc(kg/cmq) | fs(kg/cmq) | u(kg/cmq) | fs/qc% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,2 | 260 | 280 | 26 | 1,6 | | 6,15 |
| 0,4 | 190 | 430 | 19 | 1,07 | | 5,63 |
| 0,6 | 220 | 380 | 22 | 1 | | 4,55 |
| 0,8 | 220 | 370 | 22 | 1,6 | | 7,27 |
| 1 | 230 | 470 | 23 | 0,93 | | 4,04 |
| 1,2 | 220 | 360 | 22 | 0,33 | | 1,5 |
| 1,4 | 110 | 160 | 11 | 1,27 | | 11,55 |
| 1,6 | 320 | 510 | 32 | 0,73 | | 2,28 |
| 1,8 | 1420 | 1530 | 142 | 5 | | 3,52 |
| 2 | 1960 | 2710 | 196 | 3,13 | | 1,6 |
| 2,2 | 1570 | 2040 | 157 | 4,67 | | 2,97 |
| 2,4 | 3350 | 4050 | 335 | 2,87 | | 0,86 |
| 2,6 | 1930 | 2360 | 193 | 2 | | 1,04 |
| 2,8 | 2830 | 3130 | 283 | 6,93 | | 2,45 |
| 3 | 3470 | 4510 | 347 | 4,4 | | 1,27 |
| 3,2 | 2980 | 3640 | 298 | 5,6 | | 1,88 |
| 3,4 | 4050 | 4890 | 405 | 5,6 | | 1,38 |

TERRA S.n.c.
di Ficiarà Roberta, Bartoccini Paolo & C.
via Vittorio Veneto, 4/4A - 06055 Papiano (PG)
Tel 075 8795142 - 075 8089539 - Fax 075 7823018 - Mobile 333 9177996

Committente: Comune di Foligno
Località: Foligno (PG)
Data: 6 giugno 2014 Attrezzatura: Pagani TG 63/200
Note:
Quota(m): Sigla: \CPT 5

## Grafico della prova






Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
www.studiogeologiassociati.eu
Tel./fax 075.5721231
info@studiogeologiassociati.eu

SOMMARIO

**1. PREMESSA** ..... **2**

**2. INQUADRAMENTO NORMATIVO** ..... **4**

**3. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE E DI PROGETTO** ..... **5**

**4. VALUTAZIONI IDRAULICHE** ..... **7**

**5. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI** ..... **8**



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu

## 1. PREMESSA

La presente relazione fa parte della documentazione allegata al Progetto Definitivo relativo a "PNRR - Missione 5, Componente 2 - Misura 2 - Investimento 2.1 - Finanziamento u.e. next generation eu - "Investimenti in progetti di rigenerazione urbana volti a ridurre situazioni di emarginazione e degrado sociale". progettazione esecutiva, direzione lavori, misura, contabilità, coordinamento della sicurezza e della salute in fase di progettazione ed esecuzione ai sensi del d.lgs. 81/2008, assistenza al collaudo e attività connesse per la realizzazione dell'intervento "IL PARCO DEL FIUME TOPINO".

L'area su cui insiste l'intervento, dalla consultazione del "PAI – Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, Progetto di Primo aggiornamento – Fasce idrauliche sul reticolo secondario minore, Tavola PB13 Topino" ricade in fascia "A".

Tale studio è stato approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere con Deliberazione n. 125 del 18 Luglio 2012.

L'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ad oggi è accorpata all' Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, di seguito denominata "ABDAC".

L'edificio oggetto di intervento e di studio di compatibilità idraulica è posto ad una distanza di circa 130 m circa dal Fiume Topino.

L'intervento in oggetto dovrà perciò tener conto che l'area di interesse si trova in Fascia "A" così come indicato dai suddetti elaborati. Nella progettazione degli interventi dovranno essere seguite le N.T.A. del Piano Stralcio di Assetto idrogeologico art. 28 e il D.G.R. n. 853 del 13 luglio 2015 "L.R. 1/2015, art.264 comma 12. Adeguamento ed integrazioni alla normativa tecnica di cui all'allegato A della D.G.R: 447/08 (Piano di Bacino del fiume Tevere – Stralcio per l'assetto idrogeologico PAI-PS6. Disposizioni regionali per l'attuazione del Piano) per l'attività edilizia ed urbanistica".

Le sezioni extra-alveo con le tabelle dei risultati di sintesi delle elaborazioni idrauliche, sono state fornite dietro specifica richiesta, dalla Direzione regionale Governo del Territorio, Ambiente, Protezione civile Servizio Rischio idrogeologico, idraulico e sismico, Difesa del suolo Sezione Pianificazione dell'assetto idraulico, gestione delle risorse idriche, geotermiche ed acque minerali.

Lo scopo della presente relazione è quella di ricavare i dati necessari per valutare la compatibilità idraulica degli interventi proposti.

Verrà quindi analizzata localmente la condizione di rischio idraulico, fornendo indicazioni e prescrizioni a cui si dovrà attenere il progettista ed il direttore dei lavori in modo di realizzare interventi in condizione di sicurezza idraulica.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu

In allegato alla presente relazione:

- corografia area di studio, estratto I.G.M., in scala 1: 25.000
- corografia condizioni idrauliche, estratto cartografia P.A.I. (ABDAC), fasce idrauliche sul reticolo secondario e minore tav. PB13 Topino;
- corografia area di studio, estratto CTR con sezione extra alveo di riferimento con dati idraulici ed intervento di progetto;
- corografia area di studio, estratto CTR con indicazione qualitativa planimetrica dei percorsi possibili esondazione.



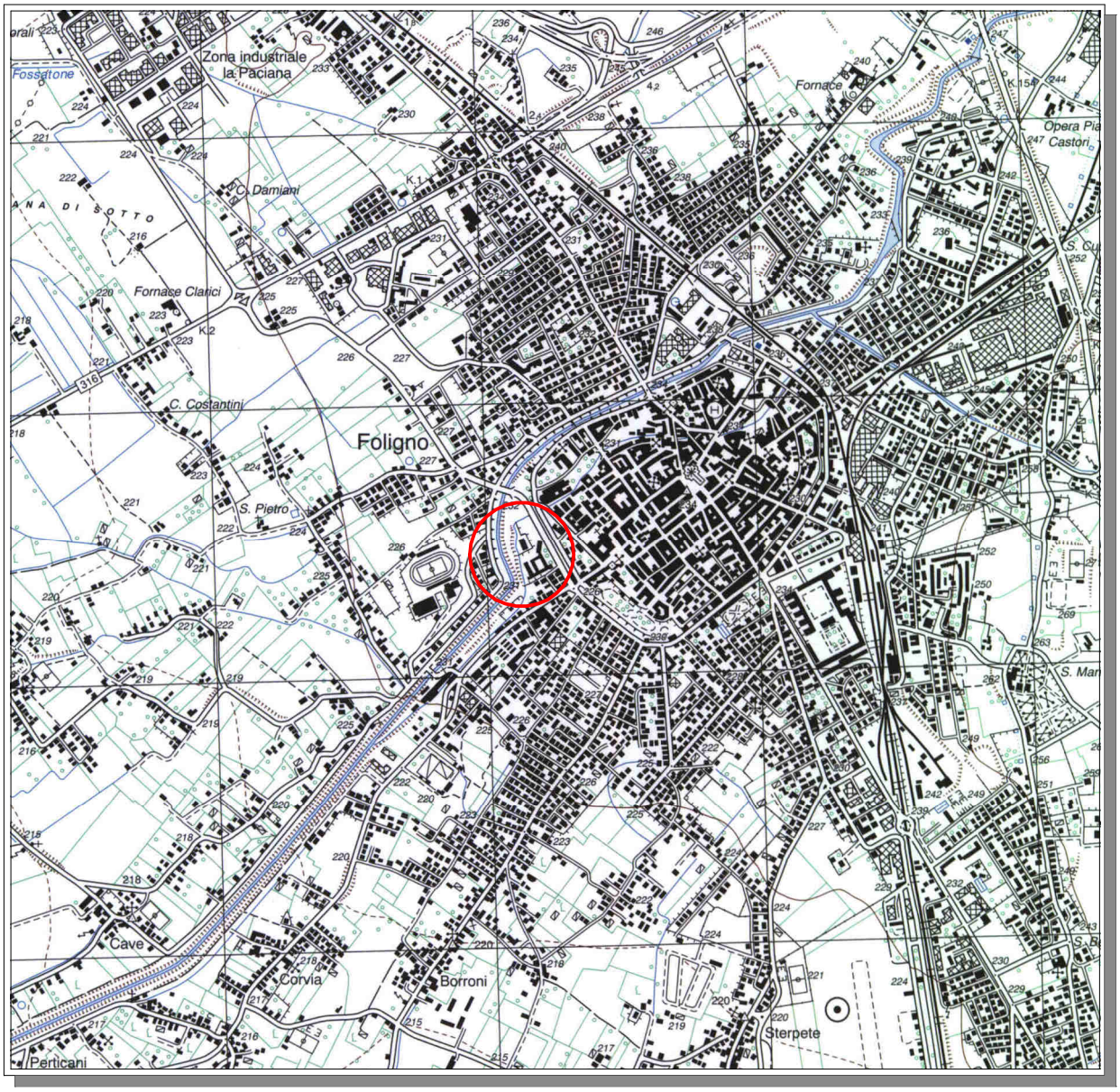
Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu

Studio Geologi Associati

# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

## ESTRATTO IGM FOGLIO 324 IV FOLIGNO

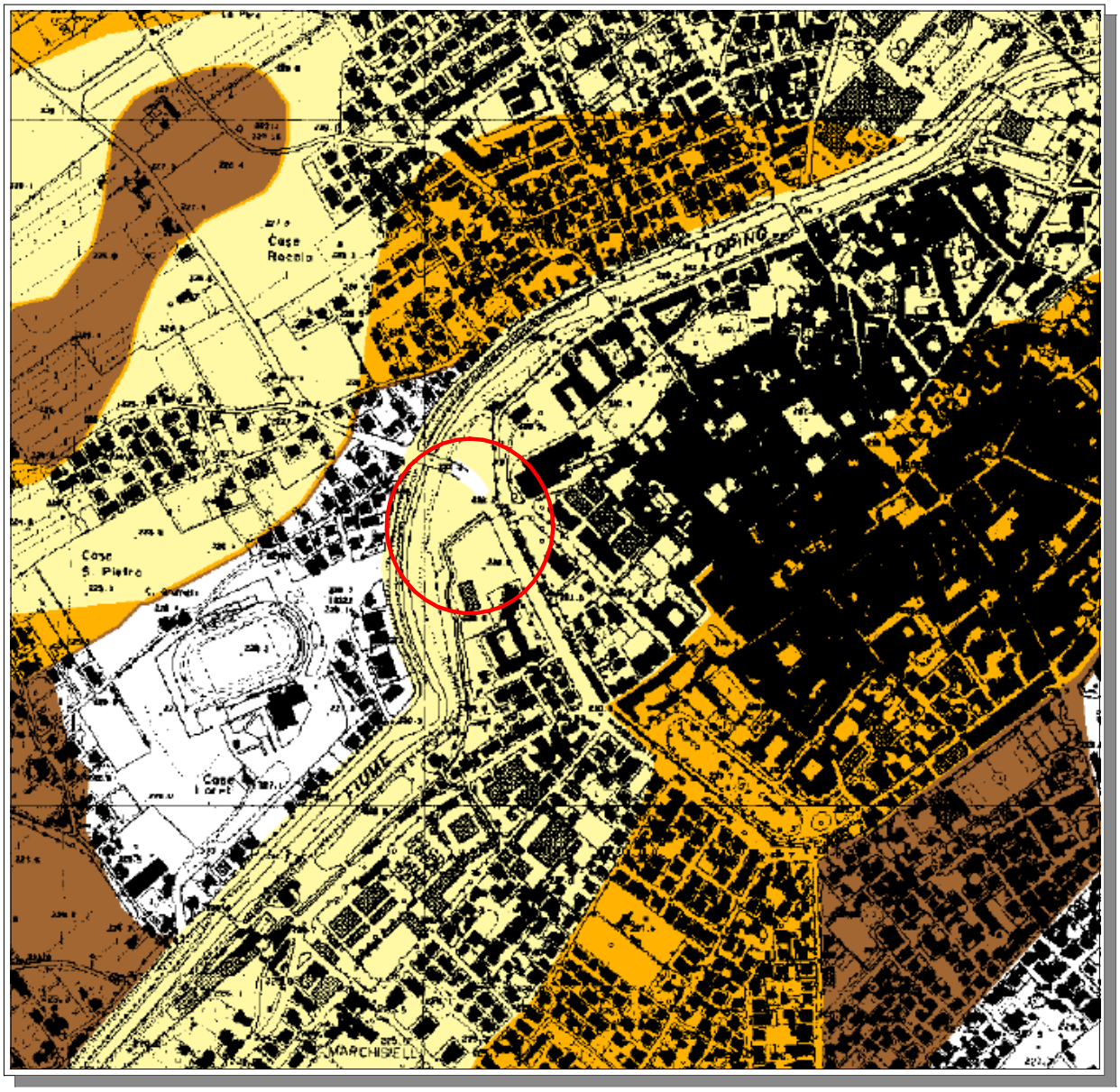
Scala 1:25.000




Area di intervento

Studio Geologi Associati

# ESTRATTO CARTOGRAFIA P.A.I. - AUT. BACINO F. TEVERE
## PRIMO AGGIORNAMENTO
## FASCE IDRAULICHE SUL RETICOLO SECONDARIO MINORE - TAV. PB13 TOPINO
## Scala 1:10.000




**Legenda**

- Fascia A
- Fascia B
- Fascia C

## 2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Dalla "Relazione tecnica generale" a supporto del progetto, l'intervento di cui si richiede la compatibilità idraulica è l'intervento di progetto C "Incremento delle funzioni della "Palazzina Servizi" che prevede:

C.1 – realizzazione di una sala di attesa attrezzata per i passeggeri, utile anche per gli utenti della limitrofa scuola;

C.2 – Realizzazione di uno spazio polivalente da adibire anche a sala incontri per il Parco del Topino.

Gli interventi C.1 e C.2, saranno realizzati tamponando un porticato esistente quindi senza aumento/variazione di area di sedime dell'edificio esistente, progettato in sicurezza idraulica con una quota critica rilevata di **230.30 m s.l.m.**, che rappresenta la quota di calpestio degli interventi C.1 e C.2

La superficie all'intorno dell'edificio interessato dall'intervento, dalla consultazione del "PAI – Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, Progetto di Primo aggiornamento – Fasce idrauliche sul reticolo secondario minore", ricade in fascia "A" con tempi di ritorno di 50 anni (Tr = 50 anni).

Tale studio è stato approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere con Deliberazione n. 125 del 18 Luglio 2012. L'area in oggetto è individuabile nella "Tavola PB18 Topino" del suddetto progetto.

Nella progettazione degli interventi dovranno essere seguite le N.T.A. del Piano Stralcio di Assetto idrogeologico art. 28 e il D.G.R. n. 853 del 13 luglio 2015 "L.R. 1/2015, art.264 comma 12. Adeguamento ed integrazioni alla normativa tecnica di cui all'allegato A della D.G.R: 447/08 (Piano di Bacino del fiume Tevere – Stralcio per l'assetto idrogeologico PAI-PS6. Disposizioni regionali per l'attuazione del Piano) per l'attività edilizia ed urbanistica".

Considerando ciò che è stato sopra esposto si è quindi eseguito uno studio di compatibilità idraulica secondo le indicazioni osservabili al punto 1.4.4 del suddetto Allegato A.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu

## 3. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE E DI PROGETTO

Il progetto prevede tra le altre cose:

C) Incremento delle funzioni della "Palazzina Servizi" – Con il progetto si realizza il potenziamento dell'attuale terminal autobus attraverso la sistemazione della palazzina esistente, come segue:

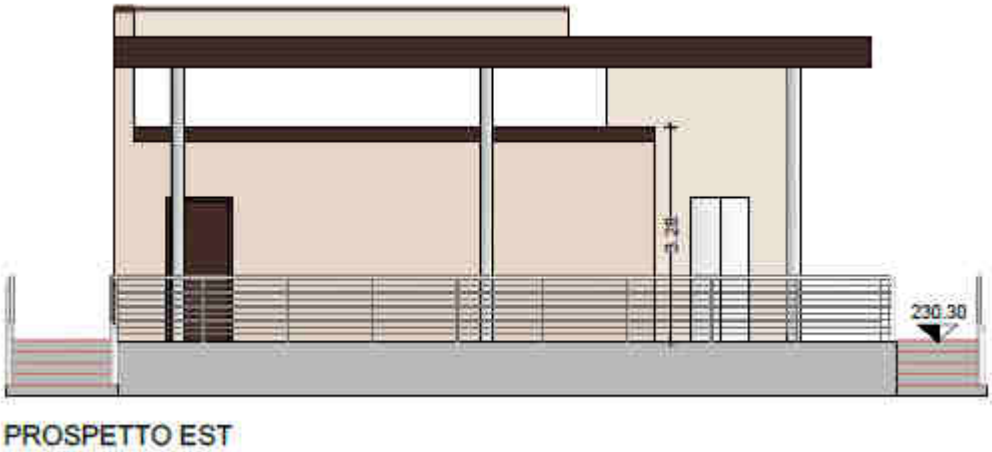
C.1 – realizzazione di una sala di attesa attrezzata per i passeggeri, utile anche per gli utenti della limitrofa scuola;

C.2 – Realizzazione di uno spazio polivalente da adibire anche a sala incontri per il Parco del Topino;

C.3 – Efficientamento energetico della palazzina con l'installa zione di pannelli fotovoltaici in copertura utili al riscaldamento / raffrescamento della sala di aspetto e del locale polivalente.

Gli interventi in progetto non modificheranno il volume utile alla laminazione delle piene non essendo chiaramente previsti incrementi della superficie di sedime.

Maggiori informazioni potranno essere acquisite dalle immagini fuori scala di seguito allegate e dagli elaborati di progetto.




*- Prospetto EST stato attuale della palazzina servizi con il porticato posto a 230.3 m s.l.m. -*



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu

*- Prospetto EST stato di progetto della palazzina servizi con tamponatura del porticato posto a 230.3 m s.l.m. -*


Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA
Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu
info@studiogeologiassociati.eu

## 4. VALUTAZIONI IDRAULICHE

Le normative di riferimento, indicate nel capitolo "2. Inquadramento normativo", richiedono che l'intervento venga eseguito in condizione di sicurezza idraulica.

Come precedentemente detto la palazzina servizi è stata progettata in sicurezza idraulica con una quota del piano di calpestio di **230.30 m s.l.m**. dato che la superficie interessata dall'intervento ricade in fascia "A" con tempi di ritorno di 50 anni (Tr = 50 anni).

La quota progettuale di **230.30 m s.l.m**. è stata in questa fase confermata da un apposito rilievo topografico riferito al caposaldo del Ponte della Vittoria fornito in formato .dwg dall'Amministrazione Comunale

Le sezioni extra alveo con le tabelle dei risultati di sintesi delle elaborazioni idrauliche, sono state fornite dietro specifica richiesta, dalla Direzione regionale Governo del Territorio, Ambiente, Protezione civile Servizio Rischio idrogeologico, idraulico e sismico, Difesa del suolo Sezione Pianificazione dell'assetto idraulico, gestione delle risorse idriche, geotermiche ed acque minerali.

Dall'analisi della sezione extra alveo **n. 6620.858** la quota massima per la **fascia A Tr=50 anni** è pari a **229.82 m s.l.m.** mentre la quota massima per la **fascia B Tr=200 anni e 230.**25 m s.l.m.

Quindi attualmente la quota progettuale di **230.30 m s.l.m**. presenta un franco di +5 cm rispetto alla quota di massima della piena Fascia B.

Al fine di realizzare le opere in progetto in condizioni di sicurezza idraulica dovranno essere previste misure attive e/o passive atte a ridurre la vulnerabilità dell'edificio di interesse in corrispondenza di un evento alluvionale (quali ad esempio predisposizione infissi a tenuta stagna, di paratie antiallagamento da posizionare in corrispondenza delle aperture poste sul perimetro esterno dell'edificio).

La quota da raggiungere attraverso le succitate misure sarà pari ad una quota che ecceda, in misura di **50 cm (franco di sicurezza),** la massima quota di esondazione della **Fascia B (230.25 m s.l.m.)** in corrispondenza della sezione di interesse.

Per tenersi perciò in condizione di sicurezza idraulica, dovrà essere assunta come quota prescrittiva da raggiungere con le succitate misure quella sopra definita, pari a **230.75 m s.l.m.**

La scelta delle misure attive e/o passive più adeguate relativamente all'edificio di interesse, dovrà comunque essere realizzata dal progettista, considerando i dati derivanti dal presente studio.



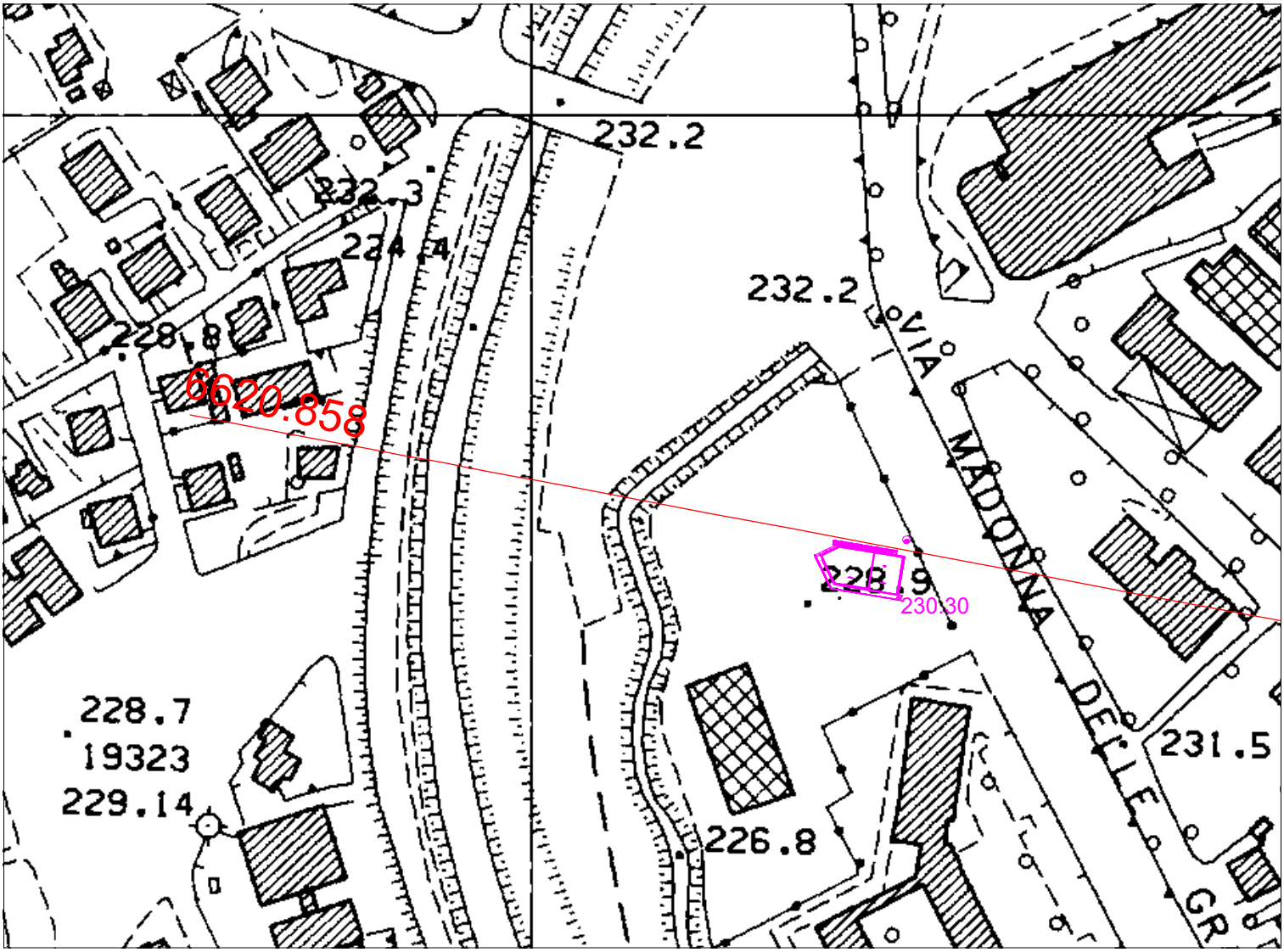
Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu

Studio Geologi Associati

# ESTRATTO CTR 324013

## SEZIONE IDRAULICA EXTRA ALVEO E DATI IDRAULICI CON INTERVENTO DI PROGETTO

Scala 1:2.000




HEC-RAS Plan: L1EA_50_M River: E_FMTPN_DX1 Profile: Max WS

| Reach | River Sta | Profile | Q Total | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| MONTE | 6620.858 | Max WS | 27.21 | 228.95 | 229.82 | 229.43 | 229.82 |

HEC-RAS Plan: L1EA_200_M River: E_FMTPN_SX1_M Reach: MONTE Profile: Max WS

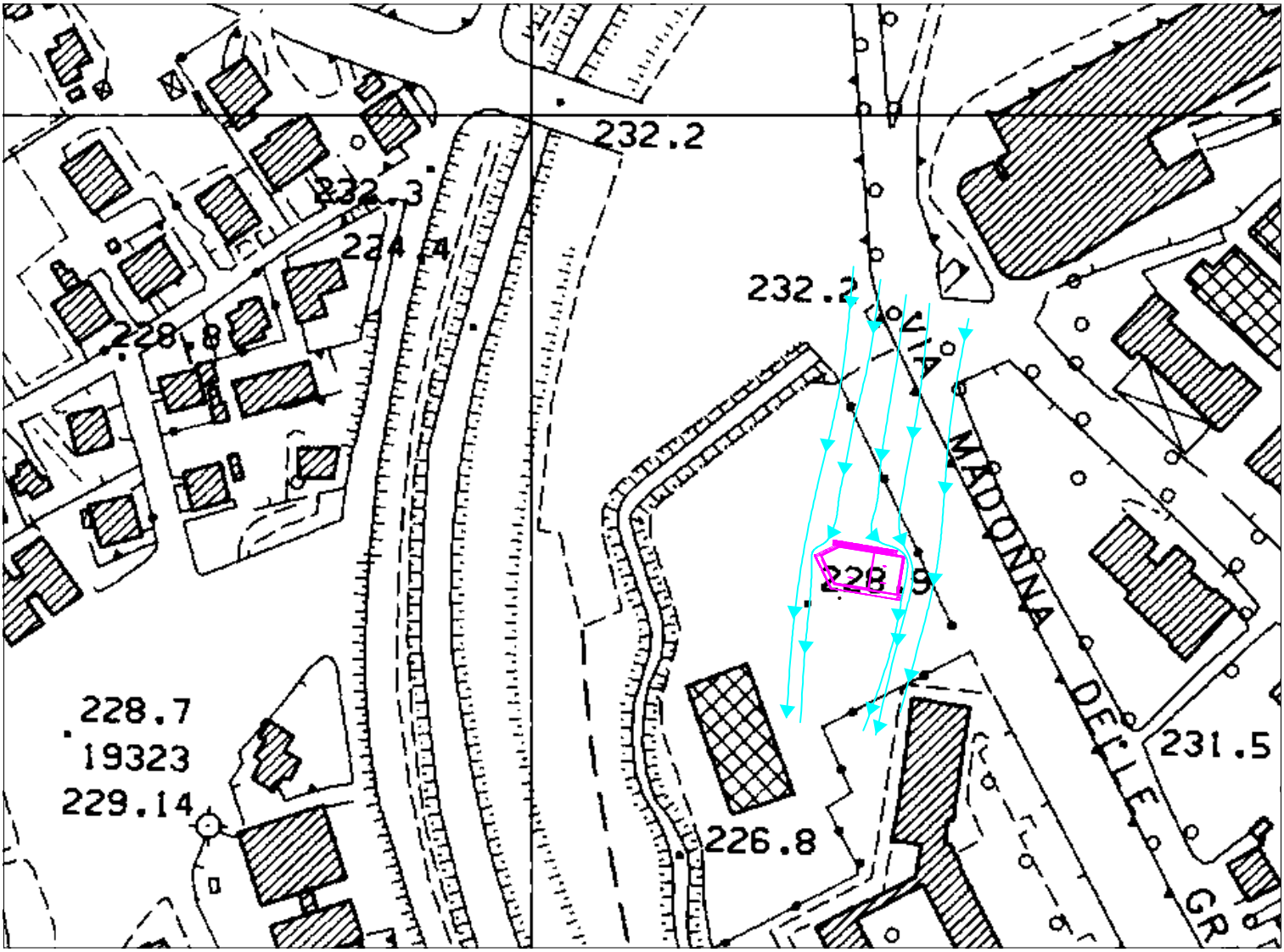
| Reach | River Sta | Profile | Q Total | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| MONTE | 6620.858 | Max WS | 90.00 | 228.95 | 230.25 | 229.64 | 230.25 |

Studio Geologi Associati

# INDICAZIONE QUALITATIVA PLANIMETRICA PERCORSI POSSIBILI ESONDAZIONI

## ESTRATTO CTR ELEMENTO 324013

Scala 1:2.000




Edificio di interesse

Indicazione qualitativa percorsi possibili esondazioni

## 5. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

A conclusione della relazione si evidenzia che le considerazioni sin ad ora fatte sono atte ad un'analisi della fattibilità dell'intervento unicamente per ciò che riguarda l'aspetto idraulico. Non si esprimono pareri su altri aspetti inerenti la fattibilità stessa dell'intervento.

Dal punto di vista idraulico l'intervento potrà essere eseguito in condizioni di sicurezza idraulica attraverso la realizzazione delle misure attive e/o passive precedentemente esposte.

La quota di sicurezza idraulica per la realizzazione delle suddette misure dovrà essere pari ad almeno **230.75 m s.l.m.**

Si rimanda al progettista, sulla scorta dei dati derivanti dal presente studio, la scelta delle misure attive e/o passive più adeguate rispetto alle caratteristiche dell'edificio di interesse, evidenziando che non dovranno essere sottratti volumi utili alla laminazione della piena.

Si ritiene pertanto che gli effetti dell'intervento in progetto sulle dinamiche locali della possibile esondazione possano essere considerati (in via qualitativa) trascurabili.

Per quanto riguarda le misure attive e/o passive che saranno scelte, si informa la committenza che sarà necessario richiedere al produttore adeguati certificati di garanzia e collaudo di tenuta in occasione di eventi alluvionali, lo scrivente si esime dalla responsabilità di eventuali danni causati dal malfunzionamento dei dispositivi previsti, dalla mancata manutenzione e controllo degli stessi o dall'intempestiva o non corretta installazione in caso di evento di piena.

A parere dello scrivente, sulla base di quanto affermato precedentemente, l'aumento del rischio idraulico conseguente alla realizzazione degli interventi in progetto può essere considerato irrilevante e la scelta dell'utilizzo delle sopracitate misure (secondo le prescrizioni precedentemente indicate) appare la soluzione più idonea per ridurre la vulnerabilità dell'edificio di interesse e che limita il più possibile la sottrazione di spazi utili all'espansione del corso d'acqua.

In via qualitativa ed esemplificativa, possono infine essere osservati, nella planimetria allegata, i possibili percorsi delle esondazioni, validi sia per lo stato attuale che per lo stato di progetto.



Via XX Settembre, 76 - 06121 PERUGIA Tel./fax 075.5721231
www.studiogeologiassociati.eu info@studiogeologiassociati.eu